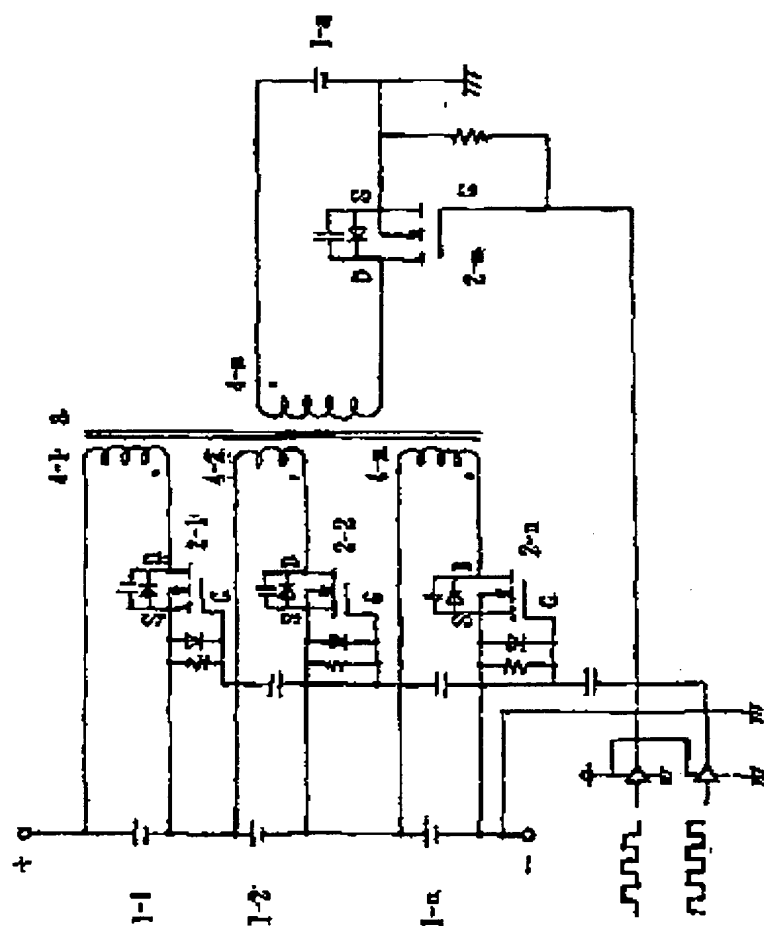


AN: PAT 2002-539940  
TI: Voltage equalization device for battery units for electric or hybrid vehicle uses magnetic core with primary and secondary windings and associated switches operated for voltage equalization  
PN: DE10157003-A1  
PD: 23.05.2002  
AB: NOVELTY - The voltage equalization device has a number of secondary windings magnetically coupled via a core (3) and a number of switching devices (2-1,2-n) each connected between a respective secondary winding and a respective battery unit (1-1, 1-n). The secondary windings are magnetically coupled to a primary winding via the core, with a second switching device (2-m) connecting the primary winding to a further battery unit (1-m), for transporting energy stored in the core to the latter.;  
USE - The voltage equalization device is used for a number of series connected battery units for an electric or hybrid vehicle. ADVANTAGE - The device allows efficient use of the magnetic core. DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows a schematic diagram of a voltage equalization device for a number of battery units. Battery units 1-1,1-n Further battery unit 1-m Switching devices 2-1,2-n Second switching device 2-m Core 3  
PA: (ANZA/) ANZAWA S; (FUJH ) FUJI HEAVY IND LTD;  
(FUJH ) FUJI JUKOGYO KK; (MATS/) MATSUI F; (NISH/) NISHIZAWA H;  
(NIUR ) NAGANO JAPAN RADIO CO LTD;  
(NIUR ) NAGANO NIPPON MUSEN KK;  
IN: ANZAWA S; MATSUI F; NISHIZAWA H;  
FA: DE10157003-A1 23.05.2002; JP3630303-B2 16.03.2005;  
FR2817087-A1 24.05.2002; US6373223-B1 16.04.2002;  
US2002109482-A1 15.08.2002; JP2002223528-A 09.08.2002;  
US2003141843-A1 31.07.2003; US6642693-B2 04.11.2003;  
US6670789-B2 30.12.2003;  
CO: DE; FR; JP; US;  
IC: B60R-016/04; H01F-038/00; H01M-010/44; H02J-007/00;  
H02J-007/02;  
MC: U21-B01B; U21-B05C; U24-D01A3; X16-G; X21-A01D; X21-A01F;  
X21-B01A; X22-F01; X22-P04;  
DC: Q17; U21; U24; X16; X21; X22;  
FN: 2002539940.gif  
PR: JP0354096 21.11.2000; JP0304003 28.09.2001;  
FP: 16.04.2002  
UP: 24.03.2005





①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 101 57 003 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**H 02 J 7/00**  
B 60 R 16/04  
H 01 F 38/00

②1 Aktenzeichen: 101 57 003.1  
②2 Anmeldetag: 21. 11. 2001  
④3 Offenlegungstag: 23. 5. 2002

DE 101 57 003 A 1

③0 Unionspriorität:  
2000-354096 21. 11. 2000 JP  
2001-304003 28. 09. 2001 JP

⑦1 Anmelder:  
Fuji Jukogyo KK, Tokio, JP; Nagano Japan Radio  
Co., Ltd., Nagano, JP

⑦4 Vertreter:  
Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser,  
80538 München

⑦2 Erfinder:  
Anzawa, Seiichi, Nagano, JP; Nishizawa, Hiroshi,  
Nagano, JP; Matsui, Fujio, Tokio/Tokyo, JP

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤4 Spannungsausgleichsvorrichtung für Batterieeinheiten

⑤7 Eine Spannungsausgleichsvorrichtung für Batterieeinheiten umfaßt einen Kern, eine Vielzahl von ersten geschlossenen Schaltungen und eine zweite geschlossene Schaltung. Die Vielzahl der ersten geschlossenen Schaltung umfaßt jeweils eine Einheit aus einer Vielzahl von ersten Batterieeinheiten, die miteinander in Serie verbunden sind, eine Windung aus einer Vielzahl von Sekundärwindungen, die magnetisch miteinander durch den Kern verbunden sind, und eine Vorrichtung aus einer Vielzahl der ersten Schaltvorrichtungen. Die zweite geschlossene Schaltung umfaßt eine zweite Batterieeinheit, eine Primärwindung, die magnetisch mit den Sekundärwindungen durch den Kern verbunden ist, und eine zweite Schaltvorrichtung. Die ersten Schaltvorrichtungen und die zweite Schaltvorrichtung werden wechselnd angeschaltet und ausgeschaltet, um die Ausgangsspannungen der ersten Batterieeinheiten auszugleichen. Die ersten Schaltvorrichtungen bleiben nach der Beendigung des Transports der Erregungsenergie, die im Kern gespeichert ist, weiter angeschaltet. In der Spannungsausgleichsvorrichtung für Batterieeinheiten wird das Verhältnis der Zeitdauer des angeschalteten Zustands  $T_{ON2}/T_{ON1}$  zwischen der Zeitdauer  $T_{ON2}$  des angeschalteten Zustands der ersten Schaltvorrichtungen und der Zeitdauer  $T_{ON1}$  des angeschalteten Zustands der zweiten Schaltvorrichtung so eingestellt, daß die Spannungen der ersten Batterieeinheiten die vorbestimmte Spannung annehmen.

DE 101 57 003 A 1

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

## GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung für das Durchführen eines Energietransports zwischen einer Vielzahl von Batterieeinheiten, die in Serie verbunden sind, und die in einem Elektrofahrzeug oder einem Hybridfahrzeug angeordnet sind, um somit die Spannung über jeder der Batterieeinheiten, die miteinander in Serie verbunden sind, auszugleichen.

## BESCHREIBUNG DES STANDES DER TECHNIK

[0002] Der Stand der Technik auf diesem Gebiet ist beispielsweise in der offengelegten japanischen Patentschrift Nr. Hei 11-176483 und dem US-Patent Nr. 5,003,244 beschrieben. In der Konfiguration des früheren Patents sind, wie das in Fig. 7 gezeigt ist, die Ausgangsspannungen E1 bis En einer Vielzahl von Batterieeinheiten 1-1 bis 1-n in Serie miteinander verbunden. Für einen Gleichgewichtskorrektur der Ausgangsspannungen der Batterieeinheiten wird ein Schalttransistor 2, der mit einer Primärspule Np in Serie verbunden ist, in Erwiderung auf die Ausgangsspannungen eingeschaltet und ausgeschaltet. Ein Umformer besteht aus einer Vielzahl von Sekundärspulen Ns, wobei jede einer der Batterieeinheiten entspricht, und diese auf einen mit der Primärspule gemeinsamen Umformerkern gewickelt sind. Die Verbindung ist so gestaltet, daß der Sekundärausgang des Umformers jede Batterieeinheit lädt. Wenn der Schalttransistor 2 periodisch angeschaltet und ausgeschaltet wird, wird eine Spannung in Abhängigkeit vom Windungsverhältnis in jeder Sekundärspule Ns erzeugt. Da die Sekundärspulen auf einen gemeinsamen Kern aufgewickelt sind, konzentriert sich der induzierte Ladestrom in einer Batterieeinheit, die unter den Batterieeinheiten die niedrigste Spannung aufweist, wodurch ein Ausgleich der Spannungen bei den Batterieeinheiten durchgeführt wird.

[0003] In dieser ersten Schaltung wird zusätzlich zum einfachen Anschalten und Ausschalten des Transistors der Strom Ip, der in die Primärspule Np fließt, in Abhängigkeit vom Ladestrom Io gesteuert.

[0004] Weiterhin sind in der Konfiguration des letzteren Patents, wie das in Fig. 8 gezeigt ist, die Ausgangsspannungen einer Vielzahl von Batterieeinheiten 25, 26, 27 und 28 in Serie verbunden. Für den Zweck der Gleichgewichtskorrektur der Ausgangsspannungen der Batterieeinheiten wird ein Schalttransistor 34, der mit einer Primärspule 16 in Serie verbunden ist, in Erwiderung auf die Eingabegröße von einer Leistungsversorgung 30 angeschaltet und ausgeschaltet. Ein Umformer 14 besteht aus einer Vielzahl von Sekundärspulen 21, 22, 23 und 24, wobei jede einer der Batterieeinheiten entspricht, und sie gemeinsam mit der Primärspule 16 auf einen Umformerkern 18 gewickelt sind. Die Verbindung ist so gestaltet, daß der Sekundärausgang des Umformers 14 jede Batterieeinheit lädt. Wenn der Schalttransistor 34 periodisch angeschaltet und ausgeschaltet wird, wird eine Spannung in Abhängigkeit vom Windungsverhältnis in jeder Sekundärspule erzeugt. Da die Sekundärspulen auf den gemeinsamen Kern aufgewickelt sind, konzentriert sich der induzierte Ladestrom in einer Batterieeinheit, die unter den Batterieeinheiten die geringste Spannung aufweist, wodurch ein Gleichgewicht der Spannungen der Batterieeinheiten hergestellt wird.

[0005] In den oben erwähnten Vorrichtungen des Standes der Technik für das Ausgleichen der Spannungen über einer

Vielzahl von Energiespeichervorrichtungen (Batterieeinheiten), die in Serie verbunden sind, mittels des Schaltens eines Umformers treten die folgenden Probleme auf:

(a) In jeder der oben erwähnten Vorrichtungen des Standes der Technik ist die Magnetisierungsstärke im Umformerkern während der Dauer des angeschalteten und des ausgeschalteten Zustands der Schaltvorrichtung (Transistor) in einer Richtung ausgerichtet. Somit ist der Bereich der Änderung der Magnetflußdichte des Kerns klein, und somit ist die Nutzung des Kerns wenig effizient. Die niedrige Effizienz bei der Nutzung des Kerns macht einen größeren Querschnitt des Kerns für eine spezifizierte Ausgangsleistung notwendig, was somit zu den Problemen einer größeren Vorrichtung und höheren Kosten führt.

Weiterhin verursacht das Anschalten und Ausschalten der Schaltvorrichtung für den Spannungsausgleich das Problem, daß elektrische Ladung, die in der Kapazität, die zwischen den Anschlüssen der Schaltvorrichtung existiert, und die während der Zeitdauer des ausgeschalteten Zustands gespeichert wird, durch das nächste Anschalten entladen wird, was zu einem Leistungsverlust und einem Rauschen durch den Kurzschlußstrom führt.

(b) In jeder oben erwähnten Vorrichtung des Standes der Technik wird Energie, die im Umformer während der Zeitdauer des angeschalteten Zustands der Schaltvorrichtung gespeichert wird, während der Zeitdauer des nächsten ausgeschalteten Zustands der Schaltvorrichtung entladen, um somit eine Batterieeinheit zu laden, die unter den Batterieeinheiten die geringste Spannung aufweist, um somit die Ausgangsspannungen der Batterieeinheiten auszugleichen. Somit besteht die Größe der Ausgleichsenergie nur aus der Menge der Energie, die während dem angeschalteten Zustand der Schaltvorrichtung gespeichert wird. Um somit den Ausgleich zu erhöhen, ist eine größere Schaltvorrichtung für eine Erhöhung des Ausgleichsstroms notwendig. Diese größere Schaltvorrichtung bedingt jedoch eine größere Vorrichtung und somit höhere Kosten, wie das oben im Fall (a) erwähnt wurde. Weiterhin bewirkt, da jede Batterieeinheit einen inneren Widerstand aufweist, der höhere Strom von der Schaltvorrichtung einen größeren Spannungsabfall über dem inneren Widerstand, um somit die scheinbare Ausgangsspannung der Batterieeinheit beim Laden zu erhöhen. Dies ergibt ein Problem, da die Präzision des Ausgleichs der Ausgangsspannung reduziert wird.

Zusätzlich zur Lösung der oben erwähnten Probleme ist ein kurzzeitiger Ausgleich des Ausgangsspannungen der Batterieeinheiten, eine Reduktion des Energieverlusts nach der Ausgleichsoperation und das Einstellen der Spannung auf einen beliebigen Wert nach dem Ausgleich sehr wünschenswert.

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0006] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, die oben in (a) und (b) erwähnten Probleme zu lösen, um somit eine Spannungsausgleichsvorrichtung zu liefern, die eine hohe Effizienz und eine hohe Präzision des Ausgleichs aufweist und die von geringer Größe ist. Weiterhin besteht eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, eine Spannungsausgleichsvorrichtung, die eine gewünschte Spannung in einer kurzen Zeit ausgleichen kann, die den Energieverlust nach der Beendigung des Ausgleichs redu-

zieren kann, und die das Einstellen der Spannung nach dem Ausgleich auf einen beliebigen Wert ermöglicht, bereit zu stellen.

[0007] Ein Aspekt der Erfindung für das Lösen der oben erwähnten Probleme besteht aus einer Spannungsausgleichsvorrichtung für Batterieeinheiten, umfassend:

einen Kern;

eine Vielzahl von ersten geschlossenen Schaltungen, die jeweils aus einer Einheit der Vielzahl der ersten Batterieeinheiten (1-1 bis 1-n), die miteinander in Serie verbunden sind, eine der Windungen aus der Vielzahl der Sekundärwindungen (4-1 bis 4-n), die magnetisch miteinander durch den Kern (3) verbunden sind, und eine der Vorrichtungen aus der Vielzahl der ersten Schaltvorrichtungen (2-1 bis 2-n) gebildet werden; und

eine zweite geschlossene Schaltung, die aus einer zweiten Batterieeinheit (1-m), einer Primärwindung (4-m), die magnetisch mit den Sekundärwindungen durch den Kern verbunden sind, und einer zweiten Schaltvorrichtung (2-m) gebildet wird;

wobei die ersten Schaltvorrichtungen und die zweiten Schaltvorrichtungen alternativ angeschaltet und ausgeschaltet werden, um die Ausgangsspannungen der ersten Batterieeinheiten auszugleichen;

wobei wenn die zweite Schaltvorrichtung angeschaltet wird, Erregungsenergie, die im Kern gespeichert ist, zu den ersten Batterieeinheiten durch die ersten Schaltvorrichtungen transportiert wird; und

die ersten Schaltvorrichtungen weiterhin angeschaltet bleiben, nachdem der Transport der Erregungsenergie beendet ist.

[0008] Gemäß der Erfindung wird,

wenn die zweite Schaltvorrichtung angeschaltet wird, Erregungsenergie, die im Kern gespeichert ist, zu den ersten Batterieeinheiten durch die ersten Schaltvorrichtungen transportiert, und

die ersten Schaltvorrichtungen bleiben angeschaltet, nachdem der Transport der Erregungsenergie beendet ist.

[0009] In einer anderen Konfiguration wird ein Detektor für die Detektion der Variation in den Ausgangsspannungen der ersten Batterieeinheiten (1-1 bis 1-n) bereit gestellt, wobei im Fall einer großen Variation die Zeitdauer des angeschalteten Zustands der zweiten Schaltvorrichtung (2-m) und/oder der ersten Schaltvorrichtungen (2-1 bis 2-n) ausgedehnt wird.

[0010] In einer anderen Konfiguration wird im Falle einer kleinen Variation bei den Ausgangsspannungen der ersten Batterieelemente der An/Aus-Betrieb der ersten Schaltvorrichtungen und der zweiten Schaltvorrichtung gestoppt, und/oder die Zeitdauer des angeschalteten Zustands der ersten Schaltvorrichtungen und der zweiten Schaltvorrichtung wird extrem verkürzt. Dies vermeidet einen Leistungsverlust und ein Rauschen durch eine unnötige Spannungsausgleichsoperation im Falle einer kleinen Variation der Ausgangsspannungen.

[0011] In einer anderen Konfiguration wird in dem Fall, daß die Variation in den Ausgangsspannungen der ersten Batterieelemente kleiner als ein vorbestimmter Wert wird, die Dauer des angeschalteten Zustands der ersten Schaltvorrichtungen und/oder der zweiten Schaltvorrichtung für eine Reduktion des für den Ausgleich benötigten Leistungsverbrauchs verkürzt. Dadurch erhöht sich die Präzision beim Ausgleich der Anschlußspannungen der Batterieelemente.

[0012] In einer anderen Konfiguration wird in dem Fall, bei dem ein Strom, der größer oder gleich einem vorbestimmten Wert ist, durch die ersten Batterieeinheiten fließt, der An/Aus-Betrieb der ersten Schaltvorrichtungen und der zweiten Schaltvorrichtung gestoppt, und/oder die Dauer des

angeschalteten Zustands der ersten Schaltvorrichtungen und der zweiten Schaltvorrichtung wird extrem verkürzt. Dadurch wird der Spannungsausgleichsbetrieb im wesentlichen dann gestoppt, wenn die Zellspannungsdetektion jeder Batterieeinheit durch einen Spannungsabfall beeinträchtigt wird, der über dem inneren Widerstand der Batterieeinheit durch einen hohen Strom, der durch die ersten Batterieeinheiten fließt, erzeugt wird.

[0013] In einer anderen Konfiguration wird während des Ladens von einer externen Leistungsverorgung und dem Entladen an eine externe Last durch die ersten Batterieeinheiten der An/Aus-Betrieb der ersten Schaltvorrichtungen und der zweiten Schaltvorrichtungen gestoppt, und/oder die Zeitdauer des eingeschalteten Zustands der ersten Schaltvorrichtungen und der zweiten Schaltvorrichtungen wird extrem verkürzt. Dadurch wird die Spannungsausgleichsoperation, sogar ohne eine Stromdetektion automatisch in Erwiderung auf die Betätigung eines Schalters (S11) für das Schalten zwischen den Lade- und Entladebetriebsarten gestoppt.

[0014] In einer anderen Konfiguration gibt es, wenn die ersten Schaltvorrichtungen und die zweiten Schaltvorrichtungen abwechselnd angeschaltet und ausgeschaltet werden, eine Pause in einem Intervall vom Ausschalten der ersten Schaltvorrichtungen zum Einschalten der zweiten Schaltvorrichtung, und in einem Intervall vom Ausschalten der zweiten Schaltvorrichtung zum Einschalten der ersten Schaltvorrichtungen. Dadurch kann jede Schaltvorrichtung im Zustand, bei dem sich im wesentlichen keine elektrische Ladung in der Kapazitätskomponente zwischen den Anschlüssen der in Frage kommenden Schaltvorrichtung befindet, geschaltet werden (spannungsloses Schalten).

[0015] Ein anderer Aspekt der Erfindung ist eine Vorrichtung für das Ausgleichen von Schaltkreisspannungen, umfassend:

eine Vielzahl von Schaltkreisen, wobei in jedem Schaltkreis jede Schaltung aus einer Vielzahl von geschlossenen Schaltungen aus jeder Einheit aus einer Vielzahl von ersten Batterieeinheiten, die miteinander in Serie verbunden sind, einer Windung aus einer Vielzahl von Sekundärwindungen, die magnetisch miteinander verbunden sind, und einer Vorrichtung aus einer Vielzahl von ersten Schaltvorrichtungen gebildet wird, und wobei jeder Schaltkreis einen Umformer umfaßt, der mindestens eine Schaltkreisausgleichswindung, die magnetisch gemeinsam mit den Sekundärwindungen gekoppelt ist, umfaßt;

wobei die Schaltkreisausgleichswindungen, die jeweils in jedem Schaltkreis vorgesehen sind, parallel miteinander verbunden sind, wobei mindestens einer der Schaltkreise mit einer Erregungswindung, die magnetisch mit den Sekundärwindungen, die im in Frage kommenden Schaltkreis eingeschlossen sind, gekoppelt ist, wobei eine geschlossene Schaltung durch die serielle Verbindung der Erregungswindung, einer zweiten Batterieeinheit und einer zweiten Schaltvorrichtung gebildet wird, und

wobei, wenn die zweite Schaltvorrichtung angeschaltet wird, Erregungsenergie, die im Kern gespeichert ist, zu den ersten Batterieelementen durch die ersten Schaltvorrichtungen transportiert wird, und

die ersten Schaltvorrichtungen weiter angeschaltet bleiben, nachdem der Transport der Erregungsenergie beendet ist.

[0016] Somit besteht eine weitere Wirkung darin, daß eine notwendige Ausgangsspannung durch eine passende Kombination einzelner Schaltkreise erhalten werden kann.

[0017] In einer anderen Konfiguration wird, wenn die erste Schaltvorrichtung angeschaltet wird, Erregungsenergie, die im Kern gespeichert ist, zur zweiten Schaltvorrichtung durch die zweite Schaltvorrichtung transportiert, und

die zweite Schaltungsvorrichtung bleibt weiter eingeschaltet, nachdem der Transport der Erregungsenergie beendet wurde.

[0018] Dadurch kann ein Spannungsausgleichsbetrieb ähnlich der bei dem einzelnen Schaltkreis auch zwischen den Schaltkreisen erreicht werden, wobei ein gesamter Spannungsausgleichsbetrieb erhalten werden kann.

[0019] Die kombinierte Verwendung der Erregungswindung und der Schaltkreisausgleichswindung gestattet eine Miniaturisierung der Vorrichtung.

[0020] Ein anderer Aspekt der Erfindung umfaßt eine Spannungsausgleichsvorrichtung für Batterieeinheiten, die folgendes umfaßt:

einen Kern;

eine Vielzahl von ersten geschlossenen Schaltungen, wobei jede aus einer Einheit einer Vielzahl von ersten Batterieeinheiten, die in Serie miteinander verbunden sind, einer Windung aus einer Vielzahl von Sekundärwindungen, die magnetisch miteinander durch den Kern verbunden sind, und einer Vorrichtung aus einer Vielzahl von ersten Schaltungsvorrichtungen gebildet wird;

eine zweite geschlossene Schaltung, die aus einer zweiten Batterieeinheit, einer Primärwindung, die magnetisch mit den Sekundärwindungen durch den Kern verbunden ist, und einer zweiten Schaltungsvorrichtung gebildet wird; und

eine Steuervorrichtung für das Ausgeben eines Steuersignals, um zu bewirken, daß die zweite Schaltungsvorrichtung und die ersten Schaltungsvorrichtungen wechselnd angeschaltet und ausgeschaltet werden, um somit den Energietransport zwischen der zweiten Batterieeinheit und jeder der ersten Batterieeinheiten zu bewirken, und somit die Spannungen der ersten Batterieeinheiten auszugleichen;

wobei die Steuervorrichtung das Verhältnis der Zeitdauer des eingeschalteten Zustands zwischen der Zeitdauer des eingeschalteten Zustands der zweiten Schaltungsvorrichtung und der Zeitdauer des eingeschalteten Zustands der ersten Schaltungsvorrichtungen so festlegt, daß die Spannungen der ersten Batterieeinheiten eine vorbestimmte Spannung annehmen.

[0021] Dadurch wird der Spannungsausgleich ausgeführt, und es wird eine vorbestimmte Spannung erhalten.

[0022] Ein anderer Aspekt der Erfindung umfaßt eine Spannungsausgleichsvorrichtung für Batterieeinheiten, umfassend:

einen Kern;

eine Vielzahl von ersten geschlossenen Schaltungen, wobei jede aus einer Einheit einer Vielzahl von ersten Batterieeinheiten, die in Serie miteinander verbunden sind, einer Windung aus einer Vielzahl von Sekundärwindungen, die magnetisch miteinander durch den Kern verbunden sind, und einer Vorrichtung aus einer Vielzahl von ersten Schaltungsvorrichtungen gebildet wird;

eine zweite geschlossene Schaltung, die aus einer zweiten Batterieeinheit, einer Primärwindung, die magnetisch mit den Sekundärwindungen durch den Kern verbunden ist, und einer zweiten Schaltungsvorrichtung gebildet wird; und

eine Steuervorrichtung für das Ausgeben eines Steuersignals, um zu bewirken, daß die zweite Schaltungsvorrichtung und die ersten Schaltungsvorrichtungen wechselnd angeschaltet und ausgeschaltet werden, um somit den Energietransport zwischen der zweiten Batterieeinheit und jeder der ersten Batterieeinheiten zu bewirken, und somit die Spannungen der ersten Batterieeinheiten auszugleichen;

wobei die Steuervorrichtung das Verhältnis der Zeitdauer des eingeschalteten Zustands zwischen der Zeitdauer des eingeschalteten Zustands der zweiten Schaltungsvorrichtung und der Zeitdauer des eingeschalteten Zustands der ersten Schaltungsvorrichtungen so festlegt, daß die Spannungen der er-

sten Batterieeinheiten eine vorbestimmte Spannung überschreiten, und wobei bevor die Spannungen der ersten Batterieeinheiten die vorbestimmte Spannung überschreiten, die Steuervorrichtung das Verhältnis der Zeitdauerwerte des eingeschalteten Zustands so einstellt, daß die Spannungen der ersten Batterieeinheiten eine vorbestimmte Spannung annehmen.

[0023] Dadurch wird die Zeit, die für den Energietransport von der zweiten Batterieeinheit zu jeder der ersten Batterieeinheiten benötigt wird, weiter reduziert.

[0024] In einer anderen Konfiguration stellt die Steuervorrichtung die Frequenz, die den Kehrwert der summierten Dauer des angeschalteten Zustands der zweiten Schaltungsvorrichtung und der Dauer des angeschalteten Zustands der ersten Schaltungsvorrichtungen, darstellt, auf eine Frequenz ein, die niedriger als der normale Frequenzwert ist, um somit die Menge der Energie, die zwischen der zweiten Batterieeinheit und jeder ersten Batterieeinheit in einer Zeiteinheit transportiert wird, zu erhöhen, so daß die Spannungen der ersten Batterieeinheiten in kurzer Zeit den vorbestimmten Spannungswert annehmen. Dadurch werden die Spannungen der ersten Batterieeinheiten in einer kürzeren Zeit auf die vorbestimmte Spannung eingestellt.

[0025] In einer anderen Konfiguration stellt, wenn der Transport einer vorbestimmten Menge der Energie zwischen der zweiten Batterieeinheit und jeder der ersten Batterieeinheiten beendet ist, und wenn die Spannungen der ersten Batterieeinheiten ungefähr die vorbestimmte Spannung angenommen haben, die Steuervorrichtung die Frequenz, die den Kehrwert der summierten Dauer der Zeitdauer des eingeschalteten Zustands der zweiten Schaltungsvorrichtung und der Zeitdauer des eingeschalteten Zustands der ersten Schaltungsvorrichtungen darstellt, auf eine Frequenz ein, die höher als der normale Wert ist. Dies gestattet eine Reduktion der Zirkulationsenergie, nachdem der Ausgleich beendet ist, und somit wird der Energieverlust reduziert.

[0026] In einer anderen Konfiguration schaltet, wenn der Transport einer vorbestimmten Menge von Energie zwischen der zweiten Batterieeinheit und jeder der ersten Batterieeinheiten beendet ist, und wenn die Spannungen der ersten Batterieeinheiten ungefähr die vorbestimmte Spannung angenommen haben, die Steuervorrichtung die zweite Schaltungsvorrichtung und die ersten Schaltungsvorrichtungen aus. Dies gestattet eine Reduktion des Energieverlusts.

[0027] In einer anderen Konfiguration werden eine dritte Schaltungsvorrichtung und eine dritte Batterieeinheit weiter in der zweiten geschlossenen Schaltung, die aus der zweiten Batterieeinheit, der Primärwindung und der zweiten Schaltungsvorrichtung gebildet wird, vorgesehen,

wobei eine geschlossene Schaltung durch die zweite Batterieeinheit, die dritte Schaltungsvorrichtung und die dritte Batterieeinheit gebildet wird;

wobei eine geschlossene Schaltung durch die Primärwindung, die zweite Schaltungsvorrichtung und die dritte Batterieeinheit gebildet wird, und

wenn der Transport einer vorbestimmten Menge von Energie zwischen der zweiten Batterieeinheit und jeder der ersten Batterieeinheiten beendet ist, die Steuervorrichtung die dritte Schaltungsvorrichtung ausschaltet und bewirkt, daß die zweite Schaltungsvorrichtung und die ersten Schaltungsvorrichtungen weiter angeschaltet sind, um somit einen Ausgleich der Spannungen der ersten Batterieeinheiten fortzusetzen.

[0028] Wenn nahezu die gesamte zu transportierende Energie transportiert wurde, so wird ein Ausgleich effizient in dem Fall ausgeführt, daß nur eine kleine Menge von Energie zwischen der Primärwindung und den Sekundärwindungen transportiert wird. Somit wird der Energieverlust reduziert, wenn die dritte Schaltungsvorrichtung ausgeschaltet wird,

und wenn die dritte Batterieeinheit, die eine Energiekapazität aufweist, die kleiner als die der zweiten Batterieeinheit ist, für den Ausgleich verwendet wird.

[0029] Ein anderer Aspekt der Erfindung umfaßt eine Spannungsausgleichsvorrichtung für Batterieeinheiten, die folgendes umfaßt:

einen Kern;

eine Vielzahl von ersten geschlossenen Schaltungen, wobei jede aus einer Einheit einer Vielzahl von ersten Batterieeinheiten, die in Serie miteinander verbunden sind, einer Windung aus einer Vielzahl von Sekundärwindungen, die magnetisch miteinander durch den Kern verbunden sind, und einer Vorrichtung aus einer Vielzahl von ersten Schaltvorrichtungen gebildet wird;

eine Vielzahl von zweiten geschlossenen Schaltungen, die jeweils aus einer Einheit einer Vielzahl zweiter Batterieeinheiten, die in Serie miteinander verbunden sind, einer Windung aus der Vielzahl der Primärwindungen, die magnetisch mit den Sekundärwindungen durch den Kern verbunden ist, und einer Vorrichtung aus einer Vielzahl von zweiten Schaltvorrichtungen gebildet wird; und

eine Steuervorrichtung für das Ausgeben eines Steuersignals, um zu bewirken, daß die zweiten Schaltvorrichtungen und die ersten Schaltvorrichtungen wechselnd angeschaltet und ausgeschaltet werden, um somit den Energietransport zwischen jeder der zweiten Batterieeinheiten und jeder der ersten Batterieeinheiten zu bewirken, und somit die Spannungen der zweiten Batterieeinheiten und/oder der ersten Batterieeinheiten auszugleichen;

wobei die Steuervorrichtung das Verhältnis der Zeitdauer des eingeschalteten Zustands zwischen der Zeitdauer des eingeschalteten Zustands der zweiten Schaltvorrichtungen und der Zeitdauer des eingeschalteten Zustands der ersten Schaltvorrichtungen so festlegt, daß die Spannungen der zweiten Batterieeinheiten oder der ersten Batterieeinheiten eine vorbestimmte Spannung annehmen.

[0030] Dies gestattet den Energietransport in zwei Richtungen und den Spannungsausgleich zwischen jeder der zweiten Batterieeinheiten und jeder der ersten Batterieeinheiten. Dieses Steuerverfahren gestattet ferner, die Ausbildung einer kleinen Spannungsausgleichsvorrichtung, die ein nur geringes Rauschen aufweist. Weiterhin können, wenn die Zeitdauer des eingeschalteten Zustands eingestellt wird, wie dies oben beschrieben ist, und die Aktivierung der zweiten Schaltvorrichtungen und der ersten Schaltvorrichtungen gesteuert wird, die Spannungen der zweiten Batterieeinheiten und der ersten Batterieeinheiten auf einen vorbestimmten Wert eingestellt werden. Somit wird ein Ausgleich erzielt und es wird eine vorbestimmte Spannung erhalten.

[0031] Ein anderer Aspekt der Erfindung umfaßt eine Spannungsausgleichsvorrichtung für Batterieeinheiten, die folgendes umfaßt:

einen Kern;

eine Vielzahl von ersten geschlossenen Schaltungen, wobei jede aus einer Einheit einer Vielzahl von ersten Batterieeinheiten, die in Serie miteinander verbunden sind, einer Windung aus einer Vielzahl von Sekundärwindungen, die magnetisch miteinander durch den Kern verbunden sind, und einer Vorrichtung aus einer Vielzahl von ersten Schaltvorrichtungen gebildet wird;

eine Vielzahl von zweiten geschlossenen Schaltungen, die jeweils aus einer Einheit aus einer Vielzahl von zweiten Batterieeinheiten, einer Windung aus einer Vielzahl von Primärwindungen, die magnetisch mit den Sekundärwindungen durch den Kern verbunden sind, und einer Vorrichtung aus einer Vielzahl von zweiten Schaltvorrichtungen gebildet wird; und

eine Steuervorrichtung für das Ausgeben eines Steuersi-

gnals, um zu bewirken, daß die zweiten Schaltvorrichtungen und die ersten Schaltvorrichtungen wechselnd angeschaltet und ausgeschaltet werden, um somit den Energietransport zwischen jeder der zweiten Batterieeinheiten und jeder der ersten Batterieeinheiten zu bewirken, und somit die Spannungen der zweiten Batterieeinheiten und/oder der ersten Batterieeinheiten auszugleichen;

wobei die Steuervorrichtung das Verhältnis der Zeitdauer des eingeschalteten Zustands zwischen der Zeitdauer des eingeschalteten Zustands der zweiten Schaltvorrichtungen und der Zeitdauer des eingeschalteten Zustands der ersten Schaltvorrichtungen so festlegt, daß die Spannungen der zweiten Batterieeinheiten oder der ersten Batterieeinheiten eine vorbestimmte Spannung überschreiten, und wobei bevor die Spannungen der zweiten Batterieeinheiten oder der ersten Batterieeinheiten die vorbestimmte Spannung überschreiten, die Steuervorrichtung das Verhältnis der Zeitdauer des eingeschalteten Zustands so rücksetzt, daß die Spannungen der zweiten Batterieeinheiten oder der ersten Batterieeinheiten eine vorbestimmte Spannung annehmen.

[0032] Dies gestattet eine weitere Reduktion der Zeit, die für den Energietransport von jeder der zweiten Batterieeinheiten zu jeder der ersten Batterieeinheiten oder in umgekehrter Richtung notwendig ist.

[0033] In einer anderen Konfiguration stellt die Steuervorrichtung die Frequenz, die den Kehrwert der aufsummierten Dauer der Zeitdauer des eingeschalteten Zustands der zweiten Schaltvorrichtungen und der Zeitdauerwerte des eingeschalteten Zustands der ersten Schaltvorrichtungen darstellt, auf eine niedrige Frequenz ein, um somit das Erhöhen der Menge der Energie, die zwischen jeder der zweiten Batterieeinheiten und jeder der ersten Batterieeinheiten in einer Zeiteinheit transportiert wird, zu erhöhen, so daß die Spannungen der zweiten Batterieeinheiten oder der ersten Batterieeinheiten den vorbestimmten Spannungswert in einer kurzen Zeit annehmen. Dadurch werden die Spannungen der zweiten Batterieeinheiten oder der ersten Batterieeinheiten in einer kürzeren Zeit auf die vorbestimmte Spannung ausgeglichen.

[0034] In einer anderen Konfiguration stellt, wenn der Transport einer vorbestimmten Menge von Energie zwischen jeder der zweiten Batterieeinheiten und jeder der ersten Batterieeinheiten beendet ist, und wenn die Spannungen der zweiten Batterieeinheiten oder der ersten Batterieeinheiten ungefähr die vorbestimmte Spannung angenommen haben, die Steuervorrichtung die Frequenz, die den Kehrwert der aufsummierten Werte der Zeitdauerwerte des eingeschalteten Zustands der zweiten Schaltvorrichtungen und der Zeitdauerwerte des eingeschalteten Zustands der ersten Schaltvorrichtungen darstellt, auf eine hohe Frequenz ein. Dies gestattet die Reduktion der Zirkulationsenergie, nachdem der Ausgleich vollendet ist, und somit wird der Energieverlust reduziert.

[0035] In einer anderen Konfiguration schaltet, wenn der Transport einer vorbestimmten Menge von Energie zwischen jeder der zweiten Batterieeinheiten und jeder der ersten Batterieeinheiten beendet ist, und wenn die Spannungen der zweiten Batterieeinheiten oder der ersten Batterieeinheiten ungefähr die vorbestimmte Spannung annehmen, die Steuervorrichtung die zweiten Schaltvorrichtungen und die ersten Schaltvorrichtungen aus. Dadurch werden die zweiten Schaltvorrichtungen und die ersten Schaltvorrichtungen gleichzeitig ausgeschaltet, womit der Energieverlust reduziert wird.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0036] Fig. 1 ist ein Diagramm, das eine Spannungsaus-

gleichsvorrichtung für Batterieeinheiten gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung zeigt.

[0037] Fig. 2 ist ein Diagramm, das den Betrieb einer Spannungsausgleichsvorrichtung für Batterieeinheiten gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung zeigt.

[0038] Fig. 3 ist ein Diagramm, das eine Spannungsausgleichsvorrichtung für Batterieeinheiten gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung zeigt.

[0039] Fig. 4 ist ein Diagramm, das eine Spannungsausgleichsvorrichtung für Batterieeinheiten gemäß einer Modifikation der zweiten Ausführungsform der Erfindung zeigt.

[0040] Fig. 5 ist ein Diagramm, das die Beziehung zwischen einer Spannungsausgleichsvorrichtung für Batterieeinheiten und einer externen Leistungsverorgung und einer Last zeigt.

[0041] Fig. 6 ist ein Diagramm, das eine Schaltung für die Detektion des Zeitpunkts der Freigabe der Erregungsenergie eines Umformers zeigt.

[0042] Fig. 7 ist ein Diagramm, das eine Spannungsausgleichsvorrichtung für Batterieeinheiten gemäß einem ersten Stand der Technik zeigt.

[0043] Fig. 8 ist ein Diagramm, das eine Spannungsausgleichsvorrichtung für Batterieeinheiten gemäß einem zweiten Stand der Technik zeigt.

[0044] Fig. 9 ist ein Schaltungsdiagramm, das die fundamentale Konfiguration einer Spannungsausgleichsvorrichtung für Batterieeinheiten gemäß einer dritten Ausführungsform der Erfindung zeigt.

[0045] Fig. 10A(a) bis 10A(d) sind Zeitdiagramme der Situation, in der die ersten Batterieeinheiten B2 bis Bn ausgeglichen wurden. Fig. 10(a) zeigt S1, Fig. 10(b) zeigt S2 bis Sn, Fig. 10(c) zeigt den Lade- und Entladestrom von B1 und Fig. 10(d) zeigt den Lade- und Entladestrom von B2 bis Bn.

[0046] Fig. 11 ist ein Schaltungsdiagramm, das die fundamentale Konfiguration einer Spannungsausgleichsvorrichtung für Batterieeinheiten gemäß einer vierten Ausführungsform der Erfindung zeigt.

[0047] Fig. 12 ist ein Schaltungsdiagramm, das die fundamentale Konfiguration einer Spannungsausgleichsvorrichtung für Batterieeinheiten gemäß einer fünften Ausführungsform der Erfindung zeigt.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER VORLIEGEN- DEN ERFINDUNG

[0048] Die vorliegende Erfindung wird im Detail unter Bezug auf die begleitenden Zeichnungen beschrieben.

#### Erste Ausführungsform

[0049] Eine erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird nachfolgend unter Bezug auf Fig. 1 beschrieben.

[0050] Fig. 1 zeigt eine Grundschialtung der vorliegenden Erfindung. Die Zahlen 1-1 bis 1-n bezeichnen eine Vielzahl von Batterieeinheiten, die miteinander in Serie verbunden sind. Die Zahlen 2-1 bis 2-n bezeichnen einer Vielzahl von ersten Schaltvorrichtungen. Die Zahl 1-m bezeichnet eine Batterieeinheit, die getrennt von den Batterieeinheiten vorgesehen ist, und die in Kombination mit einer Gleichstromleistungsverorgung, einem Ladegerät oder einem Generator vorgesehen sein kann. Die Zahl 2-m bezeichnet eine zweite Schaltvorrichtung für das Leiten eines Strom von der Batterieeinheit zu einer Primärwicklung 4-m, die auf einem gemeinsamen Kern des Umformers 3 gewickelt ist. Der gemeinsame Kern des Umformers 3 ist weiter mit einer Vielzahl von Sekundärwindungen 4-1 bis 4-n versehen, um Ladeströme in die Batterieeinheiten 1-1 bis 1-n, die in Serie

miteinander verbunden sind, zu liefern.

[0051] Die Schaltvorrichtung 2-m und die Schaltvorrichtungen 2-1 bis 2-n werden mit Impulsen entgegengesetzter Polarität versehen, wie das in der Figur gezeigt ist. Somit wird ihre Leitung so gesteuert, daß die Schaltvorrichtungen 2-1 bis 2-n ausgeschaltet sind, wenn die Schaltvorrichtung 2-m angeschaltet ist, und daß die Schaltvorrichtungen 2-1 bis 2-n angeschaltet sind, wenn die Schaltvorrichtung 2-m ausgeschaltet ist.

[0052] Als nächstes wird der Betrieb der in Fig. 1 gezeigten Schaltung nachfolgend unter Bezug auf Fig. 2 beschrieben.

[0053] Fig. 2(a) zeigt die Dauer des angeschalteten und ausgeschalteten Zustands der zweiten Schaltvorrichtung 2-m. Fig. 2(b) zeigt die Dauer des angeschalteten und ausgeschalteten Zustands der ersten Schaltvorrichtungen 2-1 bis 2-n. Fig. 2(c) zeigt die Lade- und Entladeströme für den Spannungsausgleich der Batterieeinheiten 1-1 bis 1-n. Diese Ströme fließen durch die Sekundärwindungen 4-1 bis 4-n. (Diese Ströme unterscheiden sich von einem Ladestrom einer externen Ladevorrichtung und einem Entladestrom zu einer externen Last, die zu und von den in Serie miteinander verbundenen Batterieeinheiten geliefert werden.) Fig. 2(d) zeigt einen Strom, der durch die Primärwicklung 4-m fließt. Dieser Strom liefert Ausgleichsenergie, die im Umformer 3 gespeichert ist.

[0054] Ein Merkmal der vorliegenden Erfindung im oben erwähnten Betrieb ist der Punkt, daß die Dauer des angeschalteten Zustands der zweiten Schaltvorrichtung 2-m sich von der Dauer des angeschalteten Zustands der ersten Schaltvorrichtungen 2-1 bis 2-n unterscheidet, und daß insbesondere die Dauer des angeschalteten Zustands der ersten Schaltvorrichtungen 2-1 bis 2-n so eingestellt ist, daß sie länger ist als die Dauer des angeschalteten Zustands der zweiten Schaltvorrichtung 2-m, wodurch die Spannungsvariation der Batterieeinheiten, die in Serie miteinander verbunden sind, im Vergleich zum Stand der Technik reduziert wird.

[0055] Wie oben beschrieben wurde, werden die Dauer des angeschalteten Zustands der zweiten Schaltvorrichtung 2-m und die Dauer des angeschalteten Zustands der ersten Schaltvorrichtungen 2-1 bis 2-n auf unterschiedliche Werte eingestellt, und die Dauer des angeschalteten Zustands der ersten Schaltvorrichtungen 2-1 bis 2-m wird so eingestellt, daß sie länger als die andere Dauer ist.

[0056] Das Merkmal, daß die Dauer des angeschalteten Zustands der zweiten Schaltvorrichtung 2-m und die Dauer des angeschalteten Zustands der ersten Schaltvorrichtungen 2-1 bis 2-n auf unterschiedliche Werte eingestellt werden, und daß die Dauer des angeschalteten Zustands der ersten Schaltvorrichtungen 2-1 bis 2-n so eingestellt wird, daß sie länger als die andere Dauer ist, führt nicht bloß zu einem Unterschied in der Zeitdauer sondern es führt auch dazu, daß der angeschaltete Betrieb der ersten Schaltvorrichtungen fortgesetzt wird während einer Zeit nach der Beendigung der Freigabe der Erregungsenergie, die im Umformer gespeichert ist, durch eine Anschaltoperation der zweiten Schaltvorrichtung in die ersten Schaltvorrichtungen durch die ersten Schaltvorrichtungen.

[0057] Um die Beendigung der Freigabe der Erregungsenergie, die im Umformer gespeichert ist, durch eine Anschaltoperation der zweiten Schaltvorrichtung in die ersten Batterieeinheiten durch die ersten Schaltvorrichtungen zu detektieren, wird ein Stromumformer CT-1 bis CT-n als Stromdetektor in jeder geschlossenen Schaltung, die aus jeder Sekundärwicklung 4-1 bis 4-n, jeder Batterieeinheit 1-1 bis 1-n und jeder Schaltvorrichtung 2-1 bis 2-n gebildet wird, wie das in Fig. 6 gezeigt ist, bereit gestellt. Dann kann



durch die Detektion der Zeit der Polaritätsumkehr der Ausgangsgröße jedes Umformers die Zeit der Beendigung der Freigabe der Erregungsenergie im Umformer 3 detektiert werden. Hier kann ein Widerstand statt jedes hier gezeigten Stromwandlers verwendet werden. Weiterhin kann ein Puls-  
umformer PT für das Ansteuern der Schaltvorrichtungen 2-1 bis 2-n verwendet werden, wie das in Fig. 6 gezeigt ist.

[0058] Weiterhin kann die Zeit der Beendigung der Freigabe der Erregungsenergie im Umformer 3 durch eine Überwachung der Anschlußspannung der ersten Batterieeinheiten, der Erregungsenergie in den Umformer oder dergleichen detektiert werden.

[0059] Nachfolgend wird eine Diskussion beschrieben, bei der der Spannungsausgleich zwischen den Batterieeinheiten ohne eine Erhöhung der Größe der Vorrichtung verwirklicht werden kann.

[0060] Ein Strom von der Batterieeinheit 1-m fließt in die Windung 4-m während der Dauer des angeschalteten Zustands der zweiten Schaltvorrichtung 2-m, wodurch eine Menge von Energie im Umformer 3 durch einen Stromteil, der in Fig. 2(d) nicht schraffiert ist, gespeichert wird.

[0061] Fig. 2(f) zeigt die Änderung der Spannung Vds über der Schaltvorrichtung 2-m vor und nach dem Übergang der Schaltvorrichtung 2-m zum eingeschalteten Zustand.

[0062] Wenn die Schaltvorrichtungen 2-1 bis 2-n in den ausgeschalteten Zustand gehen, so wird die elektrische Ladung, die in einer kapazitiven Komponente (parasitäre Kapazität und ein externer Kondensator) über der Schaltvorrichtung 2-m gespeichert ist, durch eine parasitäre Diode, die in der Schaltvorrichtung 2-m eingeschlossen ist, entladen, wodurch die Spannung Vds über der Schaltvorrichtung 2-m für die Dauer der Pause bis zum Übergang in den angeschalteten Zustand der Schaltvorrichtung 2-m auf ungefähr null fällt (ungefähr gleich der Normalrichtungsspannung der Diode ist).

[0063] Wenn der angeschaltete Zustand der Schaltvorrichtungen 2-1 bis 2-n nach der Freigabe der Erregungsenergie im Umformer fortgesetzt wird, so wird die Richtung des Stroms, der in jeder geschlossenen Schaltung fließt, umgekehrt, und es beginnt somit ein Strom von jeder Schaltvorrichtung 2-1 bis 2-n zu jeder Windung 4-1 bis 4-n (schraffierter Teil in Fig. 2(c)) zu fließen. Der umgekehrte Strom erregt den Umformer und überträgt Energie von einer Batterieeinheit, die eine höhere Anschlußspannung aufweist, auf eine Batterieeinheit, die eine niedrigere Anschlußspannung aufweist.

[0064] Zu dieser Zeit ändert sich die Spannung über jeder Schaltvorrichtung 2-1 bis 2-n so, wie das in Fig. 2(e) gezeigt ist.

[0065] Wenn die Schaltvorrichtungen (FETs) 2-1 bis 2-n in den ausgeschalteten Zustand gehen, wird die Erregungsenergie, die durch einen Teil des umgekehrten Stroms gespeichert wurde, zur Primärwindung freigegeben. Der Freigabestrom zieht die elektrische Ladung, die in der Kapazitätskomponente (die einen externen Kondensator umfaßt) gespeichert ist, über die Vds der Schaltvorrichtung (FET) 2-m. Danach wird die Vds auf der Normalrichtungsspannung (ungefähr 0,5 V) für die Dauer, wenn ein Normalrichtungsstrom in der parasitären Diode des FETs fließt, festgehalten.

[0066] Somit fließt während nahezu der gesamte Zeit, die in der Wellenform in Fig. 2(d) durch eine Schraffur bezeichnet ist, ein Strom in die parasitäre Diode. Somit ist, wenn die Schaltvorrichtung 2-m während dieser Dauer angeschaltet wird, die Spannung Vds nahezu null, und somit kann ein Schalten bei null Volt erzielt werden. Das Schalten bei null Volt reduziert den Schaltleistungsverlust und das Rauschen beim Anschalten.

[0067] Die obige Beschreibung wurde für das Schalten

der Vorrichtung 2-m angegeben. Die Situation ist jedoch auch für die Schaltvorrichtungen 2-1 bis 2-n (Fig. 2(e)) ähnlich.

[0068] Dann geht die Schaltvorrichtung 2-m in den ausgeschalteten Zustand, und die Schaltvorrichtungen 2-1 bis 2-n gehen in den angeschalteten Zustand. In dieser Situation ist jede Batterieeinheit 1-1 bis 1-n bereit für das Laden durch die Spannung über jeder Windung 4-1 bis 4-n, die durch die Energie induziert wird, die im Umformer 3 während der Dauer des angeschalteten Zustands der Schaltvorrichtung 2-m gespeichert ist.

[0069] Es wird jedoch nicht jede Batterieeinheit 1-1 bis 1-n gleichförmig durch die induzierte Spannung über jeder Windung 4-1 bis 4-n geladen.

[0070] Wenn es eine Variation in den Ausgangsspannungen der Batterieeinheiten 1-1 bis 1-n, die in Serie miteinander verbunden sind, gibt, so konzentriert sich der Strom des Teils, der in Fig. 2c nicht schraffiert ist, in einer Batterieeinheit, die unter den Batterieeinheiten, die in Serie miteinander verbunden sind, die niedrigste Spannung aufweist. Dieser Ladestrom erhöht die Spannung der Batterieeinheit, die unter den Batterieeinheiten, die miteinander in Serie verbunden sind, die niedrigste Spannung aufweist. Ein solcher Betrieb wird wiederholt, um somit die Spannungen der Batterieeinheiten, die miteinander in Serie verbunden sind, auszugleichen. (Die Situation ist die gleiche wie die Spannungsausgleichoperation in den Schaltungen des Standes der Technik, die in den Fig. 6 und 7 gezeigt sind).

[0071] Wie oben beschrieben wurde, bleiben bei der vorliegenden Erfindung, sogar nach der konzentrierten Freigabe der Energie, die im Umformer 3 während der Dauer des angeschalteten Zustands der Schaltvorrichtung 2-m gespeichert wurde, in die Batterieeinheit, die die niedrigste Spannung aufweist (nach der Zeit, die in Fig. 2 durch eine unterbrochene Linie X bezeichnet ist) die Schaltvorrichtungen 2-1 bis 2-n im angeschalteten Zustand.

[0072] Wenn es eine Variation in den Ausgangsspannungen der Batterieeinheiten 1-1 bis 1-n, die miteinander in Serie verbunden sind, noch zum Zeitpunkt X der konzentrierten Freigabe der Energie, die im Umformer 3 für die Dauer des angeschalteten Zustands der Schaltvorrichtung 2-m gespeichert wurde, in die Batterieeinheit, die die niedrigste Spannung aufweist, gibt, so tritt ein Entladen von einer Batterieeinheit, die die höchste Spannung der Batterieeinheiten, die miteinander in Serie verbunden sind, aufweist, auf. Das ergibt sich dadurch, daß die Schaltvorrichtungen 2-1 bis 2-n sich im angeschalteten Zustand befinden. Der Entladestrom ist durch den schraffierten Teil in Fig. 2(c) gezeigt.

[0073] Somit wird Energie im Umformer 3 durch den Strom, der durch den schraffierten Teil in Fig. 2(c) gezeigt ist, von einer Batterieeinheit, die die höchste Spannung unter den in Serie verbundenen Batterieeinheiten aufweist, gespeichert. Weiterhin wird Energie von einer Batterieeinheit, die die höchste Spannung aufweist, zu einer Batterieeinheit, die die niedrigste Spannung aufweist, übertragen.

[0074] Die Energie, die im Umformer 3 gespeichert ist, wird als ein Ladestrom (schraffierter Teil in Fig. 2(d)), der in die Batterieeinheit 1-m fließt, nachdem die Schaltvorrichtungen 2-1 bis 2-n in den ausgeschalteten Zustand gehen, freigegeben. (Während dieser Dauer geht die Schaltvorrichtung 2-m jedoch nicht schon in den angeschalteten Zustand. Die Schaltvorrichtung 2-m ist jedoch mit einer Diode versehen, die in einer Richtung angeordnet ist, die das Laden der Batterieeinheit 1m gestattet. Somit ist ein Laden möglich).

[0075] Wenn ein FET für die Schaltvorrichtung verwendet wird, wie das in den Fig. 1 und 3 gezeigt ist, so wird die parasitäre Diode durch ein Herstellungsverfahren erzeugt. Die

Energie wird durch die Windungen 4-1 bis 4-n transportiert, und somit im Umformer 3 gespeichert. Wenn die Schaltvorrichtungen 2-1 bis 2-n in den ausgeschalteten Zustand gehen, so wird die Energie entladen und vom Umformer 3 freigegeben, um die zweite Batterieeinheit 1-m zu ändern.

[0076] Somit wird, sogar wenn es eine Variation in den Ausgangsspannungen der Batterieeinheiten, die miteinander in Serie verbunden sind, gibt, die Steuerung so ausgeführt, daß eine Batterieeinheit, die eine niedrigere Spannung aufweist, geladen wird, und daß eine Batterieeinheit, die eine höhere Spannung aufweist, entladen wird. Somit wird der Ausgleich der Spannungen der Batterieeinheiten im Vergleich zum Stand der Technik verbessert.

[0077] Eine solche Ausgleichsoperation kann einen Ausgleich bis zu einem gewissen Grad (beispielsweise 20 mv) ausführen, wobei aber die Variation nicht weiter verbessert wird.

[0078] Das kommt daher, daß ein hoher Strom in jede geschlossene Schaltung geliefert wird (die Dauer des angeschalteten Zustands der zweiten Schaltvorrichtung und/oder der ersten Schaltvorrichtungen ist lang), um den Spannungsausgleich im anfänglichen Zustand, der ein großes Ungleichgewicht aufweist, so schnell wie möglich durchzuführen.

[0079] Wenn ein solch hoher Strom durch einen Leitungswiderstand, den Durchlaßwiderstand eines FET, den Widerstand in einer Umformerwindung und dergleichen fließt, so tritt ein Spannungsabfall auf und wird der Anschlußspannung jeder Schaltvorrichtung hinzugefügt. Diese hinzugefügte Spannung erscheint über jeder Sekundärwindung. Somit wird, wenn eine hinzugefügte Spannung mit einer anderen hinzugefügten Spannung zusammenfällt, der Ausgleich zwischen diesen Batterieeinheiten, sogar dann wenn eine tatsächliche Spannungsdifferenz vorhanden ist, nicht durchgeführt.

[0080] Das heißt, das Ausgleichen der Anschlußspannungen der Batterieeinheiten wird durch den "Unterschied in der erzeugten Spannung", der durch eine Variation im Leitungswiderstand, dem Durchlaßwiderstand eines FET, dem Widerstand in einer Umformerwindung und dergleichen, die in der ersten geschlossenen Schaltung existieren, verursacht wird, behindert.

[0081] Ein Verfahren, dieses Problem zu lösen, besteht darin, den Schaltungsstrom während des Ausgleichs zu reduzieren, um somit den "Unterschied in der erzeugten Spannung" zu reduzieren (das heißt, die Zeitdauer des angeschalteten Zustands der zweiten Schaltvorrichtung und/oder der ersten Schaltvorrichtungen zu verkürzen).

[0082] Somit ist das Verfahren der Verkürzung der Zeitdauer des eingeschalteten Zustands der zweiten Schaltvorrichtung und/oder der ersten Schaltvorrichtungen, um somit die Ausgleichsströme zu reduzieren, wenn die Variation etwas kleiner wird, wirksam, um die Präzision des Ausgleichs der Anschlußspannungen der Batterieeinheiten zu verbessern.

#### Zweite Ausführungsform

[0083] Eine zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird nachfolgend unter Bezug auf Fig. 3 beschrieben.

[0084] In Fig. 3 wird die Grundsaltung der vorliegenden Erfindung, die in Fig. 1 gezeigt ist, als ein einzelner Schaltkreis behandelt. Eine Vielzahl solcher Schaltkreise (drei Schaltkreise in Fig. 3) werden bereitgestellt, und eine Vielzahl von Batterieeinheiten in den jeweiligen Schaltkreisen sind in Serie miteinander verbunden. Es werden jedoch eine Batterieeinheit 1-m und eine Pulsversorgungsschaltung

für das Anschalten und das Ausschalten jeder Schaltvorrichtung gemeinsam verwendet.

[0085] Weiterhin ist in Fig. 3 eine Schaltkreisausgleichswindung 4m gemein mit einer Erregungswindung von einer Batterieeinheit 1-m. Die Erregungswindung und die Schaltkreisausgleichswindung können jedoch getrennt ausgebildet sein, wie das in Fig. 4 gezeigt ist.

[0086] Der Betrieb der zweiten Ausführungsform ist im wesentlichen derselbe wie der der ersten Ausführungsform. Der Spannungsausgleich tritt jedoch auch zwischen den Schaltkreisen in ähnlicher Weise wie innerhalb eines einzelnen Schaltkreises auf, wodurch ein gesamter Ausgleich der Spannung erzielt wird.

[0087] Diese Konfiguration hat die weitere Wirkung, daß eine geforderte Ausgangsspannung durch eine passende Kombination einer Vielzahl von einzelnen Schaltkreisen erhalten werden kann.

[0088] Fig. 5 zeigt die Verwendung einer Spannungsausgleichsvorrichtung für Batterieeinheiten gemäß der vorliegenden Erfindung. In Fig. 5 bezeichnen die Bezugswerte 1-1 bis 1-n eine Vielzahl von Batterieeinheiten, die miteinander in Serie verbunden sind. Die Bezeichnung A bezeichnet eine Spannungsausgleichsvorrichtung. Die Zahl 12 bezeichnet eine externe Ladevorrichtung. Die Bezeichnung L bezeichnet eine Last. Die Bezeichnung S11 bezeichnet einen Schalter.

[0089] Wenn eine Vielzahl von Batterieeinheiten, die miteinander in Serie verbunden sind, als Antriebszelle für ein Elektrofahrzeug dienen, so ist die Last ein Elektromotor für den Antrieb des Fahrzeugs. Wenn der Schalter S11 in die Ladebetriebsart eingestellt wurde, so führt die Ladevorrichtung ein Laden unter Verwendung elektrischer Leistung, die durch einen Generator während des Betriebs des Fahrzeugs mit einem Benzinmotor erzeugt wird, durch. Während des Betriebs mit der Antriebszelle, wird der Schalter S11 auf die Entladebetriebsart eingestellt, um den Elektromotor anzutreiben.

[0090] Somit wird, wenn eine Spannungsausgleichsvorrichtung (ein Verfahren zum Spannungsausgleich) für Batterieelemente gemäß der vorliegenden Erfindung auf ein Hybridfahrzeug, das die Kombination eines Benzinmotors und eines Elektromotors verwendet, und auf ein Elektrofahrzeug, das nur einen Elektromotor verwendet, angewandt wird, die Ausgangsspannung zwischen einer Vielzahl von Batterieeinheiten, die miteinander in Serie verbunden sind, und die für den Antrieb des Elektromotors benötigt werden, ausgeglichen, wodurch die Ausgangsleistung der Zelle effektiv verwendet wird. Somit wird der Ausstoß von Kohlendioxid und dergleichen reduziert, was zum Schutz der Umwelt beiträgt.

[0091] Während des Ladens vom Ladegerät und der Entladung an die Last durch die Batterieeinheiten, die miteinander in Serie verbunden sind, fließt ein großer Strom in jede der Batterieeinheiten, die miteinander in Serie verbunden sind. Der große Strom verursacht einen großen Spannungsabfall über dem inneren Widerstand jeder Batterieeinheit und beeinträchtigt somit die Spannungsdetektion jeder Batterieeinheit. Somit wird der Spannungsausgleichsbetrieb durch die Spannungsausgleichsvorrichtung während einer solchen Zeit vorzugsweise gestoppt.

[0092] In den Fig. 1 und 3 wird eine FET-Schaltvorrichtung verwendet. Die Schaltvorrichtung der vorliegenden Erfindung ist jedoch nicht auf einen FET beschränkt. Das heißt, eine andere Schaltvorrichtung, wie ein Transistor und ein Thyristor, können verwendet werden. Wenn ein Transistor und dergleichen verwendet wird, wird vorzugsweise eine Diode, die einen Strom in Rückwärtsrichtung während der Dauer des ausgeschalteten Zustands der Schaltvorrich-

tung fließen läßt, parallel geschaltet.

[0093] Die Batterieeinheit kann eine Batteriezelle, wie eine Bleisäurebatterie, eine Nickel-Wasserstoff-Zelle, eine Lithiumionenzelle und eine Polymerlithiumzelle sein. Weiterhin kann eine Batterieeinheit aus einem elektrisch doppelagigen Kondensator bestehen. Der Typ jeder der Batterieeinheiten 1-1 bis 1-n, die miteinander in Serie verbunden sind, kann derselbe Typ wie der Typ der Batterieeinheit 1-m oder ein anderer Typ sein.

[0094] Eine Vielzahl von Batterieeinheiten 1-1 bis 1-n, die miteinander in Serie verbunden sind, kann auch als eine zweite Batterieeinheit verwendet werden, wie das in Fig. 6 gezeigt ist.

### Dritte Ausführungsform

[0095] Es wird nachfolgend eine dritte Ausführungsform beschrieben. Fig. 9 ist ein Schaltungsdiagramm, das die fundamentale Konfiguration einer Spannungsausgleichsvorrichtung gemäß der dritten Ausführungsform zeigt.

[0096] Wie in Fig. 9 gezeigt ist, umfaßt die Spannungsausgleichsvorrichtung 10 eine Vielzahl erster Batterieeinheiten B2 bis Bn, die miteinander in Serie verbunden sind. Es wird eine geschlossene Schaltung durch jede der ersten Batterieeinheiten B2 bis Bn, jede der vielen Sekundärwindungen (mit der Windungszahl  $N_2$ ), die magnetisch miteinander durch einen Umformer T verbunden sind, und jede einer Vielzahl von ersten Schaltvorrichtungen S2 bis Sn ausgebildet.

[0097] Zusätzlich zu den ersten Batterieeinheiten B2 bis Bn ist eine zweite Batterieeinheit B1 vorgesehen. Die zweite Batterieeinheit B1 kann gemeinsam mit einer Gleichspannungsversorgung, einer Ladevorrichtung oder einem Generator verwendet werden. Eine geschlossene Schaltung wird durch die zweite Batterieeinheit B1, eine Primärwindung (mit der Windungszahl  $N_1$ ), die magnetisch gemeinsam mit den Sekundärwindungen verbunden ist, und einer zweiten Schaltvorrichtung S1 ausgebildet.

[0098] Die Aktivierung der zweiten Schaltvorrichtung S1 wird durch ein Steuersignal AC1 gesteuert, während die Aktivierung der ersten Schaltvorrichtungen S2 bis Sn gleichzeitig durch ein Steuersignal AC2 gesteuert wird.

[0099] Das Steuersignal AC1 und das Steuersignal AC2 werden von einer Steuervorrichtung 11 übertragen. Das Steuersignal AC1 und das Steuersignal AC2 steuern die Aktivierung so, daß wenn sich die zweite Schaltvorrichtung S1 im angeschalteten Zustand befindet, sich die ersten Schaltvorrichtungen S2 bis Sn im ausgeschalteten Zustand befinden, und daß wenn die ersten Schaltvorrichtungen S2 bis Sn sich im angeschalteten Zustand befindet, sich die zweite Schaltvorrichtung S1 im ausgeschalteten Zustand befindet. Somit wird die Aktivierung so gesteuert, daß die ersten Schaltvorrichtungen und die zweite Schaltvorrichtung wechselt angeschaltet und ausgeschaltet werden, wodurch die Energie von der zweiten Batterieeinheit B1 zu jeder der ersten Batterieeinheiten B2 bis Bn transportiert wird.

[0100] Da die Sekundärwindungen mit einem gemeinsamen Kern verbunden sind, fließt ein Ladestrom durch eine Batterieeinheit, die unter den ersten Batterieeinheiten B2 bis Bn die niedrigste Spannung aufweist. Somit werden die Spannungen der ersten Batterieeinheiten B2 bis Bn ausgeglichen.

[0101] Alternativ kann jeweils einer der Stromdetektoren 19-1 bis 19-n in jeder geschlossenen Schaltung, die aus einer der Sekundärwindungen, einer der ersten Schaltvorrichtungen S2 bis Sn und einer der ersten Batterieeinheiten B2 bis Bn gebildet wird, vorgesehen sein. Dadurch wird der Strom, der durch jede geschlossene Schaltung fließt, detek-

tiert. Stromsignale 15-1 bis 15-n, die durch den Stromdetektor 19-1 bis 19-n detektiert wurden, werden an die Steuervorrichtung 11 gegeben. Wenn beispielsweise ein Stromumformer jeweils als Stromdetektor 19-1 bis 19-n verwendet wird, und wenn die Zeit der Polaritätsumkehr des Ausgangssignals jedes Umformers detektiert wird, so wird die Zeit der Beendigung der Freigabe der Erregungsenergie des Umformers T detektiert. Dies ergibt die Zeit der Beendigung des Transports einer vorbestimmten Menge von Energie, was später im Steuerverfahren der Spannungsausgleichsvorrichtung beschrieben wird.

[0102] Weiterhin kann ein Spannungsdetektor 14 beispielsweise zwischen dem positiven Anschluß der ersten Batterieeinheit B2 und dem negativen Anschluß der ersten Batterieeinheit Bn vorgesehen sein. Das detektierte Spannungssignal 16 wird an die Steuervorrichtung 11 gegeben.

[0103] Wenn eine Zeitdauer, bei der sich die zweite Schaltvorrichtung S1 und die ersten Schaltvorrichtungen S2 bis Sn gleichzeitig im ausgeschalteten Zustand befinden, in der Zeitdauer zwischen dem Ausschalten der zweiten Schaltvorrichtung S1 und dem Anschalten der ersten Schaltvorrichtungen S2 bis Sn und in der Zeitdauer zwischen dem Ausschalten der ersten Schaltvorrichtungen S2 bis Sn und dem Anschalten der zweiten Schaltvorrichtung S1 vorgesehen ist, so wird ein spannungsloses Schalten erzielt, bei dem die zweite Schaltvorrichtung S1 oder die ersten Schaltvorrichtungen S2 bis Sn in der Situation angeschaltet werden, in der keine Ladung in den Kapazitätskomponenten über diesen Schaltvorrichtungen existiert.

[0104] Nachfolgend wird die Situation beschrieben, in welcher die Spannungen der ersten Batterieeinheiten B2 bis Bn in der in Fig. 9 gezeigten Schaltung ausgeglichen werden.

[0105] Hier bezeichnet  $V_2$  die Spannung jeder der ersten Batterieeinheiten B2 bis Bn, während  $i_2$  den Lade- und Entladestrom bezeichnet.  $T_{ON1}$  bezeichnet die Dauer des eingeschalteten Zustands der zweiten Schaltvorrichtung S1, während  $T_{ON2}$  die Dauer des eingeschalteten Zustands der ersten Schaltvorrichtungen S2 bis Sn bezeichnet.  $V_1$  bezeichnet die Spannung der zweiten Batterieeinheit B1, während  $i_1$  den Lade- und Entladestrom bezeichnet. Fig. 10 ist ein Zeitdiagramm, das die Beziehung zwischen diesen Größen zeigt.

[0106] In der in Fig. 9 gezeigten Schaltung wird, da die Windungszahl der Primärwindung  $N_1$  ist, und da die Windungszahl der Sekundärwindung  $N_2$  ist, die Beziehung, die durch die folgende Gleichung (1) gezeigt ist, erfüllt.

$$N_1 i_1 = n N_2 i_2 \quad (1)$$

[0107] Gemäß der Gleichung (1) wird der Lade- und Entladestrom  $i_2$  zu den ersten Batterieeinheiten B2 bis Bn durch die folgende Gleichung (2) ausgedrückt.

$$i_2 = N_1 i_1 / n N_2 \quad (2)$$

[0108] Aus der Dauer  $T_{ON1}$  des eingeschalteten Zustands der zweiten Schaltvorrichtung S1, dem Lade- und Entladestrom  $i_1$  von der zweiten Batterieeinheit B1 und der Induktivität  $L_1$  der Primärwindung wird die Spannung  $V_1$  der zweiten Batterieeinheit B1 durch die folgende Gleichung (3) ausgedrückt.

$$V_1 = 2 \times i_1 L_1 / T_{ON1} \quad (3)$$

[0109] In ähnlicher Weise wird aus der Dauer  $T_{ON2}$  des eingeschalteten Zustands der ersten Schaltvorrichtung S2, dem Lade- und Entladestrom  $i_2$  der ersten Batterieeinheiten

B2 bis Bn und der Induktivität  $L_2$  einer einzigen Sekundärwindung die ausgeglichene Spannung  $V_2$  der ersten Batterieeinheiten B2 bis Bn durch die folgende Gleichung (4) ausgedrückt.

$$V_2 = 2n \times i_2 L_2 / T_{ON2} \quad (4)$$

[0110] Setzt man die Gleichung (2) in die Gleichung (4) ein, so erhält man die folgende Gleichung (5).

$$V_2 = 2 \times (N_1 / N_2) i_2 L_2 / T_{ON2} \quad (5)$$

[0111] Aus den Gleichungen (3) und (5) wird das Verhältnis  $V_1 / V_2$  durch die folgende Gleichung (6) ausgedrückt.

$$V_1 / V_2 = (L_1 / L_2) \times (N_2 / N_1) \times (T_{ON2} / T_{ON1}) \quad (6)$$

[0112] Da die Beziehung zwischen der Induktivität und der Windungszahl durch  $L_1 / L_2 = N_1^2 / N_2^2$  ausgedrückt wird, wird das Verhältnis  $V_1 / V_2$  durch die folgende Gleichung (7) ausgedrückt.

$$V_1 / V_2 = (N_1^2 / N_2^2) \times (N_2 / N_1) \times (T_{ON2} / T_{ON1}) \\ = (N_1 / N_2) \times (T_{ON2} / T_{ON1}) \quad (7)$$

[0113] Wie man aus Gleichung (7) sieht, wird das Verhältnis  $V_1 / V_2$  zwischen der Spannung  $V_1$  der zweiten Batterieeinheit B1 und der ausgeglichenen Spannung  $V_2$  der ersten Batterieeinheiten B2 bis Bn durch das Einstellen des Verhältnisses der Zeitdauer des angeschalteten Zustands  $T_{ON2} / T_{ON1}$  zwischen der Zeitdauer  $T_{ON2}$  des angeschalteten Zustands der ersten Schaltvorrichtungen S2 bis Sn und der Zeitdauer  $T_{ON1}$  des angeschalteten Zustands der zweiten Schaltvorrichtung S1 bestimmt.

[0114] In einem Verfahren zur Steuerung einer Spannungsausgleichsvorrichtung gemäß der dritten Ausführungsform wird, wenn die Spannung der zweiten Batterieeinheit B1 als Quelle des Energietransports oder des Empfangs  $V_1$  ist, um die Spannungen der ersten Batterieeinheiten B2 bis Bn auf eine vorbestimmte Spannung  $V_2$  einzustellen, das Verhältnis der Zeitdauerwerte des eingeschalteten Zustands  $T_{ON2} / T_{ON1}$  auf einen Wert eingestellt, der aus der Beziehung der Gleichung (7) berechnet wird, wobei die Steuervorrichtung 11 ein Steuersignal AC1 und ein Steuersignal AC2 ausgibt, um somit die Aktivierung der zweiten Schaltvorrichtung S1 und der ersten Schaltvorrichtungen S2 bis Sn zu steuern.

[0115] Weiterhin kann ein Verfahren zur Steuerung einer Spannungsausgleichsschaltung gemäß der dritten Ausführungsform im folgenden Steuerverfahren implementiert werden.

[0116] Zuerst wird das Verhältnis der Zeitdauerwerte des eingeschalteten Zustands  $T_{ON2} / T_{ON1}$  auf einen Wert eingestellt, der bewirkt, daß die Spannungen der ersten Batterieeinheiten den Wert  $V_2$  übersteigen, und dann wird der Energietransport, direkt bevor die Spannungen der ersten Batterieeinheiten tatsächlich  $V_2$  übersteigen, durchgeführt.

[0117] Die Überwachung der Spannungen kann beispielsweise durch die Steuervorrichtung 11, die die Spannung, die man vom Spannungsdetektor 14 erhält, überwacht, ausgeführt werden.

[0118] Als nächstes setzt die Steuervorrichtung das Verhältnis der Zeitdauerwerte des angeschalteten Zustands  $T_{ON2} / T_{ON1}$  auf einen Wert zurück, der bewirkt, daß die Spannungen den Wert  $V_2$  annehmen, und dann wird der Energietransport ausgeführt, bis die Spannungen den Wert  $V_2$  annehmen, wodurch die Spannungen der ersten Batterieeinheiten schließlich auf den Wert  $V_2$  eingestellt werden.

[0119] Dadurch werden die Spannungen der ersten Batterieeinheiten B2 bis Bn in kürzerer Zeit auf eine gewünschte Spannung eingestellt.

[0120] Es kann weiter ein Verfahren zur Steuerung einer Spannungsausgleichsvorrichtung gemäß der dritten Ausführungsform im folgenden Steuerverfahren implementiert werden.

[0121] Hier ist die Frequenz  $f$  als der Kehrwert der Summe der Zeitdauer des angeschalteten Zustands der zweiten Schaltvorrichtung  $T_{ON1}$  und der Zeitdauer des eingeschalteten Zustands der ersten Schaltvorrichtungen  $T_{ON2}$  so definiert, wie das durch die folgende Gleichung (8) gezeigt ist. Hier ist die Zeitdauer, während der die zweite Schaltvorrichtung und die ersten Schaltvorrichtungen sich gleichzeitig im ausgeschalteten Zustand befinden, im allgemeinen sehr kurz und kann somit vernachlässigt werden.

$$f = 1 / (T_{ON1} + T_{ON2}) \quad (8)$$

[0122] Während das Verhältnis der Zeitdauerwerte des angeschalteten Zustands  $T_{ON2} / T_{ON1}$  gehalten wird, wird die Frequenz  $f$  auf eine niedrige Frequenz eingestellt (eine Frequenz, die niedriger als im stationären Zustand ist), und der Energietransport wird ausgeführt.

[0123] Dies reduziert die Zeit, die für den Energietransport von der zweiten Batterieeinheit B1 zu jeder der ersten Batterieeinheiten B2 bis Bn und in umgekehrter Richtung notwendig ist.

[0124] Weiterhin kann ein Verfahren zur Steuerung einer Spannungsausgleichsvorrichtung gemäß der dritten Ausführungsform im folgenden Steuerverfahren implementiert werden.

[0125] Wenn der Transport einer vorbestimmten Menge der Energie von der zweiten Batterieeinheit B1 zu den ersten Batterieeinheiten B2 bis Bn und in umgekehrter Richtung beendet ist, und wenn die Spannungen der ersten Batterieeinheiten ungefähr ausgeglichen wurden, wird die Frequenz  $f$ , die durch die Gleichung (8) gezeigt ist, auf eine hohe Frequenz gesetzt (eine höhere Frequenz als im stationären Zustand).

[0126] Wenn, wie das oben beschrieben wurde, die Frequenz  $f$ , die durch die Gleichung (8) dargestellt wird, auf eine höhere Frequenz (eine höhere Frequenz als im stationären Zustand) eingestellt wird, wird die Menge der Zirkulationsenergie nach der Vollendung des Ausgleichs reduziert, wodurch der Energieverlust in der Spannungsausgleichsvorrichtung reduziert wird.

[0127] Weiterhin kann ein Verfahren zur Steuerung einer Spannungsausgleichsvorrichtung gemäß der dritten Ausführungsform im folgenden Steuerverfahren implementiert werden.

[0128] Wenn der Transport einer vorbestimmten Menge von Energie von der zweiten Batterieeinheit B1 zu den ersten Batterieeinheiten B2 bis Bn und in umgekehrter Richtung vollendet ist, und wenn die Spannungen der ersten Batterieeinheiten B2 bis Bn ungefähr ausgeglichen wurden, werden die zweite Schaltvorrichtung S1 und die erste Schaltvorrichtung S2 gleichzeitig ausgeschaltet. Dies reduziert den Energieverlust in der Spannungsausgleichsvorrichtung.

[0129] Wenn sich das Spannungsgleichgewicht verschlechtert, so werden, um dem entgegen zu wirken, die zweite Schaltvorrichtung S1 und die erste Schaltvorrichtung S2 in wiederholter Weise wieder angeschaltet und ausgeschaltet.

[0130] Eine vierte Ausführungsform wird nachfolgend beschrieben. Fig. 11 ist ein Schaltungsdiagramm, das die fundamentale Konfiguration einer Spannungsausgleichsvorrichtung gemäß der vierten Ausführungsform zeigt.

[0131] Wie in Fig. 11 gezeigt ist, umfaßt zusätzlich zur Konfiguration der Spannungsausgleichsvorrichtung 10 gemäß der dritten Ausführungsform die Spannungsausgleichsvorrichtung 20 eine dritte Schaltvorrichtung S0 zwischen dem positiven Anschluß einer zweiten Batterieeinheit B1 und einer Primärwindung, und eine dritte Batterieeinheit C1 zwischen dem Anschluß der Primärseite der dritten Schaltvorrichtung S0 und dem negativen Anschluß der zweiten Batterieeinheit B1.

[0132] Die Position der dritten Schaltvorrichtung S0 kann zwischen dem negativen Anschluß der zweiten Batterieeinheit B1 und der zweiten Schaltvorrichtung S1 liegen.

[0133] Die dritte Batterieeinheit C1 ist vorzugsweise eine Batterieeinheit, die eine Kapazität aufweist, die kleiner als die der zweiten Batterieeinheit B1 ist.

[0134] Nachfolgend wird ein Verfahren zum Steuern einer Spannungsausgleichsvorrichtung gemäß der vierten Ausführungsform beschrieben.

[0135] In einem Verfahren zur Steuerung einer Spannungsausgleichsvorrichtung gemäß der dritten Ausführungsform wird das Verfahren zur Steuerung einer Spannungsausgleichsvorrichtung gemäß der dritten Ausführungsform ausgeführt, bis der Transport einer vorbestimmten Menge von Energie von der zweiten Batterieeinheit B1 zu den ersten Batterieeinheiten B2 bis Bn und in umgekehrter Richtung beendet ist. Danach wird die dritte Schaltvorrichtung S0 ausgeschaltet.

[0136] Dann wird der An/Aus-Betrieb der zweiten Schaltvorrichtung S1 und der ersten Schaltvorrichtung S2 fortgesetzt, wodurch der Ausgleich der Spannungen der ersten Batterieeinheiten B2 bis Bn aufrecht gehalten wird.

[0137] Wenn nahezu die gesamte zu transportierende Energie transportiert wurde, wird ein Ausgleich effizient in dem Fall ausgeführt, wenn nur eine kleine Menge von Energie zwischen der Primärwindung und den Sekundärwindungen transportiert wird. Somit wird der Verlust bis zum Ausgleich der Spannungen der ersten Batterieeinheiten B2 bis Bn reduziert, wenn die dritte Schaltvorrichtung S0 ausgeschaltet wird, und wenn die dritte Batterieeinheit C1, die eine Energiekapazität aufweist, die kleiner als die der zweiten Batterieeinheit B1 ist, für den Ausgleich verwendet wird.

#### Fünfte Ausführungsform

[0138] Es wird nachfolgend eine fünfte Ausführungsform beschrieben. Fig. 12 ist ein Schaltungsdiagramm, das die fundamentale Konfiguration einer Spannungsausgleichsvorrichtung gemäß der fünften Ausführungsform zeigt.

[0139] Wie in Fig. 12 gezeigt ist, umfaßt die Spannungsausgleichsvorrichtung 30 eine Vielzahl von ersten Batterieeinheiten B2-1 bis B2-n, die miteinander in Serie verbunden sind. Es wird eine geschlossene Schaltung durch jede der ersten Batterieeinheiten B2-1 bis B2-n, jede Windung aus der Vielzahl der Sekundärwindungen (mit der Windungszahl  $N_2$ ), die magnetisch miteinander durch einen Umformer T verbunden sind, und jede der Vorrichtungen aus der Vielzahl der ersten Schaltvorrichtungen S2-1 bis S2-n gebildet.

[0140] Zusätzlich zu den ersten Batterieeinheiten B2-1 bis B2-n ist eine Vielzahl von zweiten Batterieeinheiten B1-1 bis B1-n vorgesehen. Es wird eine geschlossene Schaltung durch jede der zweiten Batterieeinheiten B1-1 bis B1-n, jede

der Windungen aus der Vielzahl der Primärwindungen (mit der Windungszahl  $N_1$ ), die magnetisch mit den Sekundärwindungen gemeinsam verbunden sind, und jede der Vorrichtungen aus der Vielzahl der Schaltvorrichtungen S1-1 bis S1-n ausgebildet.

[0141] Die Aktivierung der zweiten Schaltvorrichtungen S1-1 bis S1-n wird gleichzeitig durch ein Steuersignal AC1 gesteuert, während die Aktivierung der ersten Schaltvorrichtungen S2-1 bis S2-n gleichzeitig durch ein Steuersignal AC2 gesteuert wird.

[0142] Das Steuersignal AC1 und das Steuersignal AC2 werden von einer Steuervorrichtung 11 übertragen. Das Steuersignal AC1 und das Steuersignal AC2 steuern die Aktivierung so, daß wenn die zweiten Schaltvorrichtungen S1-1 bis S1-n sich im angeschalteten Zustand befinden, sich die ersten Schaltvorrichtungen S2-1 bis S2-n im ausgeschalteten Zustand befinden, und so daß wenn sich die ersten Schaltvorrichtungen S2-1 bis S2-n im angeschalteten Zustand befinden, sich die zweiten Schaltvorrichtungen S1-1 bis S1-n im ausgeschalteten Zustand befinden. Somit wird die Aktivierung so gesteuert, daß die ersten Schaltvorrichtungen und die zweiten Schaltvorrichtungen wechselnd angeschaltet und ausgeschaltet werden, wodurch Energie zwischen jeder der zweiten Batterieeinheiten B1-1 bis B1-n und jeder der ersten Batterieeinheiten B2-1 bis B2-n transportiert wird.

[0143] Da die Primärwindungen und die Sekundärwindungen mit einem gemeinsamen Kern verbunden sind, fließt ein Ladestrom durch eine Batterieeinheit, die die niedrigste Spannung unter den zweiten Batterieeinheiten B1-1 bis B1-n und den ersten Batterieeinheiten B2-1 bis B2-n aufweist. Somit werden die Spannungen der zweiten Batterieeinheiten B1-1 bis B1-n oder der ersten Batterieeinheiten B2-1 bis B2-n ausgeglichen.

[0144] Alternativ kann jeweils ein Stromdetektor 191-1 bis 191-n in jeder geschlossenen Schaltung, die aus einer der Primärwindungen, einer der zweiten Schaltvorrichtungen S1-1 bis S1-n und einer der zweiten Batterievorrichtungen B1-1 bis B1-n gebildet wird, vorgesehen sein. Weiterhin kann jeweils ein Stromdetektor 192-1 bis 192-n in jeder geschlossenen Schaltung, die aus einer der Sekundärwindungen, einer der ersten Schaltvorrichtungen S2-1 bis S2-n und einer der ersten Batterieeinheiten B2-1 bis B2-n gebildet wird, vorgesehen sein. Dadurch wird der Strom, der durch jede geschlossene Schaltung fließt, detektiert. Stromsignale 151-1 bis 151-n und 152-1 bis 152-n, die durch die Stromdetektoren 191-1 bis 191-n und 192-1 bis 192-n detektiert werden, werden an die Steuervorrichtung 11 übermittelt.

[0145] Weiterhin kann ein Spannungsdetektor 14-1 beispielsweise zwischen dem positiven Anschluß der zweiten Batterieeinheit B1-1 und dem negativen Anschluß der zweiten Batterieeinheit B1-n vorgesehen sein, während ein Spannungsdetektor 14-2 zwischen dem positiven Anschluß der ersten Batterieeinheit B2-1 und dem negativen Anschluß der ersten Batterieeinheit B2-n vorgesehen sein kann. Die detektierten Spannungssignale 16-1 und 16-2 werden zur Steuervorrichtung 11 übertragen.

[0146] Somit werden in der fünften Ausführungsform eine Vielzahl von zweiten Batterieeinheiten verwendet, wobei jede von diesen ähnlich denen in der dritten Ausführungsform ist. Somit werden zusätzlich zur Wirkung der dritten Ausführungsform die Spannungen der zweiten Batterieeinheiten B1-1 bis B1-n ebenfalls ausgeglichen.

[0147] In der fünften Ausführungsform werden, da die zweiten Schaltvorrichtungen S1-1 bis S1-n durch ein gemeinsames Steuersignal AC1 gesteuert werden, Beziehungen erhalten, die ähnlich den Gleichungen (1) bis (8) sind. Somit wird die Spannungsausgleichsvorrichtung durch ein

Steuerverfahren gemäß der dritten Ausführungsform gesteuert.

[0148] Die vorherigen Erläuterungen wurden hauptsächlich für den Fall eines Energietransports von der zweiten Batterieeinheit zu den ersten Batterieeinheiten gegeben. Ein Merkmal der fünften Ausführungsform ist jedoch, daß der Energietransport in Rückwärtsrichtung von den ersten Batterieeinheiten zu den zweiten Batterieeinheiten ebenfalls möglich ist.

[0149] Gemäß der Erfindung umfaßt eine Spannungsausgleichsvorrichtungen für Batterieeinheiten folgendes:

einen Kern;

eine Vielzahl von ersten geschlossenen Schaltungen, die jeweils aus einer Einheit der Vielzahl der ersten Batterieeinheiten (1-1 bis 1-n), die miteinander in Serie verbunden sind, eine der Windungen aus der Vielzahl der Sekundärwindungen (4-1 bis 4-n), die magnetisch miteinander durch den Kern (3) verbunden sind, und eine der Vorrichtungen aus der Vielzahl der Schaltvorrichtungen (2-1 bis 2-n) gebildet werden;

eine zweite geschlossene Schaltung, die aus einer zweiten Batterieeinheit (1-m), einer Primärwindung (4-m), die magnetisch mit den Sekundärwindungen durch den Kern verbunden ist, und einer zweiten Schaltvorrichtung (2-m) gebildet wird;

wobei die ersten Schaltvorrichtungen und die zweiten Schaltvorrichtungen alternativ angeschaltet und ausgeschaltet werden, um die Ausgangsspannungen der ersten Batterieeinheiten auszugleichen;

wobei wenn die zweite Schaltvorrichtung angeschaltet wird, Erregungsenergie, die im Kern gespeichert ist, zu den ersten Batterieeinheiten durch die ersten Schaltvorrichtungen transportiert wird; und

die ersten Schaltvorrichtungen weiterhin angeschaltet bleiben, nachdem der Transport der Erregungsenergie beendet ist.

[0150] Dadurch wird ein Spannungsausgleich in effizienterer Weise als in Schaltungen des Stands der Technik ausgeführt.

[0151] Gemäß der Erfindung wird, wenn die zweite Schaltvorrichtung angeschaltet wird, Erregungsenergie, die im Kern gespeichert ist, zu den ersten Batterieeinheiten durch die ersten Schaltvorrichtungen transportiert, und die ersten Schaltvorrichtungen bleiben angeschaltet, nachdem der Transport der Erregungsenergie beendet ist. Dadurch wird ein ähnlicher Effekt erreicht.

[0152] Gemäß der Erfindung wird ein Detektor für die Detektion der Variation in den Ausgangsspannungen der ersten Batterieeinheiten (1-1 bis 1-n) bereit gestellt, wobei im Fall einer großen Variation die Zeitdauer des angeschalteten Zustands der zweiten Schaltvorrichtung (2-m) und/oder der ersten Schaltvorrichtungen (2-1 bis 2-n) ausgedehnt wird. Dadurch wird der Spannungsausgleich beschleunigt.

[0153] Gemäß der Erfindung wird im Falle einer kleinen Variation bei den Ausgangsspannungen der ersten Batterieelemente der An/Aus-Betrieb der ersten Schaltvorrichtungen und der zweiten Schaltvorrichtung gestoppt, und/oder die Zeitdauer des angeschalteten Zustands der ersten Schaltvorrichtungen und der zweiten Schaltvorrichtung wird extrem verkürzt. Dies vermeidet einen Leistungsverlust und ein Rauschen durch eine unnötige Spannungsausgleichsoperation im Falle einer kleinen Variation der Ausgangsspannungen.

[0154] Gemäß der Erfindung wird in dem Fall, daß die Variation in den Ausgangsspannungen der ersten Batterieelemente kleiner als ein vorbestimmter Wert wird, die Dauer des angeschalteten Zustands der ersten Schaltvorrichtungen und/oder der zweiten Schaltvorrichtung für eine Reduktion

des für den Ausgleich benötigten Leistungsverbrauchs verkürzt. Dadurch wird der Stromverbrauch für den Ausgleich reduziert, nachdem der Ausgleich bis zu einem gewissen Grad (beispielsweise 20 mV) erreicht wurde, wodurch die Präzision beim Ausgleich der Anschlußspannungen der Batterieelemente zunimmt.

[0155] Gemäß der Erfindung wird in dem Fall, bei dem ein Strom, der größer oder gleich einem vorbestimmten Wert ist, durch die ersten Batterieeinheiten fließt, der An/Aus-Betrieb der ersten Schaltvorrichtungen und der zweiten Schaltvorrichtung gestoppt, und/oder die Dauer des angeschalteten Zustands der ersten Schaltvorrichtungen und der zweiten Schaltvorrichtung wird extrem verkürzt. Dadurch wird der Spannungsausgleichsbetrieb im wesentlichen dann gestoppt, wenn die Zellspannungsdetektion jeder Batterieeinheit durch einen Spannungsabfall beeinträchtigt wird, der über dem inneren Widerstand der Batterieeinheit durch einen hohen Strom, der durch die ersten Batterieeinheiten fließt, erzeugt wird. Dies vermeidet das Problem, das durch einen großen Strom in den Batterieeinheiten verursacht wird.

[0156] Gemäß der Erfindung wird während des Ladens von einer externen Leistungsverorgung und dem Entladen an eine externe Last durch die ersten Batterieeinheiten der An/Aus-Betrieb der ersten Schaltvorrichtungen und der zweiten Schaltvorrichtungen gestoppt, und/oder die Zeitdauer des eingeschalteten Zustands der ersten Schaltvorrichtungen und der zweiten Schaltvorrichtungen wird extrem verkürzt. Dadurch wird die Spannungsausgleichsoperation sogar ohne eine Stromdetektion automatisch in Erwidierung auf die Betätigung eines Schalters (S11) für das Schalten zwischen den Lade- und Entladebetriebsarten gestoppt.

[0157] Gemäß der Erfindung gibt es, wenn die ersten Schaltvorrichtungen und die zweiten Schaltvorrichtungen abwechselnd angeschaltet und ausgeschaltet werden, eine Pause in einem Intervall vom Ausschalten der ersten Schaltvorrichtungen zum Einschalten der zweiten Schaltvorrichtung, und in einem Intervall vom Ausschalten der zweiten Schaltvorrichtung zum Einschalten der ersten Schaltvorrichtungen. Dadurch kann jede Schaltvorrichtung im Zustand, bei dem sich im wesentlichen keine elektrische Ladung in der Kapazitätskomponente zwischen den Anschlüssen der in Frage kommenden Schaltvorrichtung befindet, geschaltet werden (spannungsloses Schalten). Somit wird, wenn die Schaltvorrichtungen für den Spannungsausgleich angeschaltet und ausgeschaltet werden, das Problem eines Leistungsverlustes, der durch die Entladung der elektrischen Ladung, die während der Zeitdauer des ausgeschalteten Zustands der Schaltvorrichtungen in der Kapazität über den Anschlüssen der Schaltvorrichtung angehäuft wurde, vermieden. Weiterhin wird das Problem des Rauschens, das durch den Entladestrom verursacht wird, vermieden.

[0158] Gemäß der Erfindung umfaßt eine Vorrichtung für das Ausgleichen von Schaltkreisspannungen folgendes:

eine Vielzahl von Schaltkreisen, wobei in jedem Schaltkreis jede Schaltung aus einer Vielzahl von geschlossenen Schaltungen aus jeder Einheit aus einer Vielzahl von ersten Batterieeinheiten, die miteinander in Serie verbunden sind, einer Windung aus einer Vielzahl von Sekundärwindungen, die magnetisch miteinander verbunden sind, und einer Vorrichtung aus einer Vielzahl von Schaltvorrichtungen gebildet wird, und wobei jeder Schaltkreis einen Umformer umfaßt, der mindestens eine Schaltkreisausgleichswindung, die magnetisch gemeinsam mit den Sekundärwindungen gekoppelt ist, umfaßt;

wobei die Schaltkreisausgleichswindungen, die jeweils in jedem Schaltkreis vorgesehen sind, parallel miteinander verbunden sind, wobei mindestens einer der Schaltkreise

mit einer Erregungswindung, die magnetisch mit den Sekundärwindungen, die im in Frage kommenden Schaltkreis eingeschlossen sind, gekoppelt ist, wobei eine geschlossene Schaltung durch die serielle Verbindung der Erregungswindung, einer zweiten Batterievorrichtung und einer zweiten Schaltvorrichtung gebildet wird, und wobei, wenn die zweite Schaltvorrichtung angeschaltet wird, Erregungsenergie, die im Kern gespeichert ist, zu den ersten Batterieelementen durch die ersten Schaltvorrichtungen transportiert wird, und die ersten Schaltvorrichtungen weiter angeschaltet bleiben, nachdem der Transport der Erregungsenergie beendet ist.

[0159] Dadurch kann eine Wirkung ähnlich dem Spannungsausgleich in einem einzelnen Schaltkreis unter den Schaltkreisen ausgebildet werden, wobei insgesamt ein Spannungsausgleich erhalten wird.

[0160] Somit besteht eine weitere Wirkung darin, daß eine notwendige Ausgangsspannung durch eine passende Kombination einzelner Schaltkreise erhalten werden kann.

[0161] Gemäß der Erfindung wird, wenn die erste Schaltvorrichtung angeschaltet wird, Erregungsenergie, die im Kern gespeichert ist, zur zweiten Batterieeinheit durch die zweite Schaltvorrichtung transportiert, und die zweite Schaltvorrichtung setzt ihren eingeschalteten Zustand fort, nachdem der Transport der Erregungsenergie vollendet wurde.

[0162] Dadurch kann ein ähnlicher Effekt erzielt werden.

[0163] Gemäß der Erfindung gestattet die kombinierte Verwendung der Erregungswindung und der Schaltkreisausgleichswindung eine Miniaturisierung der Vorrichtung.

[0164] Gemäß der Erfindung umfaßt eine Spannungsausgleichsvorrichtung für Batterieeinheiten folgendes:

einen Kern;  
eine Vielzahl von ersten geschlossenen Schaltungen, wobei jede aus einer Einheit einer Vielzahl von ersten Batterieeinheiten, die in Serie miteinander verbunden sind, einer Windung aus einer Vielzahl von Sekundärwindungen, die magnetisch miteinander durch den Kern verbunden sind, und einer Vorrichtung aus einer Vielzahl von ersten Schaltvorrichtungen gebildet wird;

eine zweite geschlossene Schaltung, die aus einer zweiten Batterieeinheit, einer Primärwindung, die magnetisch mit den Sekundärwindungen durch den Kern verbunden ist, und einer zweiten Schaltvorrichtung gebildet wird; und

eine Steuervorrichtung für das Ausgeben eines Steuerungssignals, um zu bewirken, daß die zweite Schaltvorrichtung und die ersten Schaltvorrichtungen wechselnd angeschaltet und ausgeschaltet werden, um somit den Energietransport zwischen der zweiten Batterieeinheit und jeder der ersten Batterieeinheiten zu bewirken, und somit die Spannungen der ersten Batterieeinheiten auszugleichen;

wobei die Steuervorrichtung das Verhältnis der Zeitdauer des eingeschalteten Zustands zwischen der Zeitdauer des eingeschalteten Zustands der zweiten Schaltvorrichtung und der Zeitdauer des eingeschalteten Zustands der ersten Schaltvorrichtungen so festlegt, daß die Spannungen der ersten Batterieeinheiten eine vorbestimmte Spannung annehmen.

[0165] Dadurch wird der Spannungsausgleich der ersten Batterieeinheiten ausgeführt, und es wird eine vorbestimmte Spannung erhalten.

[0166] Gemäß der Erfindung umfaßt eine Spannungsausgleichsvorrichtung für Batterieeinheiten folgendes:

einen Kern;  
eine Vielzahl von ersten geschlossenen Schaltungen, wobei jede aus einer Einheit einer Vielzahl von ersten Batterieeinheiten, die in Serie miteinander verbunden sind, einer Windung aus einer Vielzahl von Sekundärwindungen, die ma-

gnetisch miteinander durch den Kern verbunden sind, und einer Vorrichtung aus einer Vielzahl von ersten Schaltvorrichtungen gebildet wird;

eine zweite geschlossene Schaltung, die aus einer zweiten Batterieeinheit, einer Primärwindung, die magnetisch mit den Sekundärwindungen durch den Kern verbunden ist, und einer zweiten Schaltvorrichtung gebildet wird; und eine Steuervorrichtung für das Ausgeben eines Steuerungssignals, um zu bewirken, daß die zweite Schaltvorrichtung und die ersten Schaltvorrichtungen wechselnd angeschaltet und ausgeschaltet werden, um somit den Energietransport zwischen der zweiten Batterieeinheit und jeder der ersten Batterieeinheiten zu bewirken, und somit die Spannungen der ersten Batterieeinheiten auszugleichen;

wobei die Steuervorrichtung das Verhältnis der Zeitdauer des eingeschalteten Zustands zwischen der Zeitdauer des eingeschalteten Zustands der zweiten Schaltvorrichtung und der Zeitdauer des eingeschalteten Zustands der ersten Schaltvorrichtungen so festlegt, daß die Spannungen der ersten Batterieeinheiten eine vorbestimmte Spannung überschreiten, und wobei bevor die Spannungen der ersten Batterieeinheiten die vorbestimmte Spannung überschreiten, die Steuervorrichtung das Verhältnis der Zeitdauer des eingeschalteten Zustands so einstellt, daß die Spannungen der ersten Batterieeinheiten eine vorbestimmte Spannung annehmen.

[0167] Dadurch wird die Zeit, die für den Energietransport von der zweiten Batterieeinheit zu jeder der ersten Batterieeinheiten benötigt wird, weiter reduziert.

[0168] Gemäß der Erfindung stellt die Steuervorrichtung die Frequenz, die den Kehrwert der summierten Dauer des angeschalteten Zustands der zweiten Schaltvorrichtung und der Dauer des angeschalteten Zustands der ersten Schaltvorrichtungen darstellt, auf eine Frequenz ein, die niedriger als der normale Frequenzwert ist, um somit die Menge der Energie, die zwischen der zweiten Batterieeinheit und jeder ersten Batterieeinheit in einer Zeiteinheit transportiert wird, zu erhöhen, so daß die Spannungen der ersten Batterieeinheiten in kurzer Zeit den vorbestimmten Spannungswert annehmen. Dadurch werden die Spannungen der ersten Batterieeinheiten in einer kürzeren Zeit auf die vorbestimmte Spannung eingestellt.

[0169] Gemäß der Erfindung wird, wenn der Transport einer vorbestimmten Menge der Energie zwischen der zweiten Batterieeinheit und jeder der ersten Batterieeinheiten beendet ist, und wenn die Spannungen der ersten Batterieeinheiten ungefähr die vorbestimmte Spannung angenommen haben, die Frequenz, die den Kehrwert der summierten Dauer der Zeitdauer des eingeschalteten Zustands der zweiten Schaltvorrichtung und der Zeitdauer des eingeschalteten Zustands der ersten Schaltvorrichtungen darstellt, auf eine Frequenz eingestellt, die höher als der normale Wert ist. Dies gestattet eine Reduktion der Zirkulationsenergie, nachdem der Ausgleich beendet ist, und somit wird der Energieverlust reduziert.

[0170] Gemäß der Erfindung schaltet, wenn der Transport einer vorbestimmten Menge von Energie zwischen der zweiten Batterieeinheit und jeder der ersten Batterieeinheiten beendet ist, und wenn die Spannungen der ersten Batterieeinheiten ungefähr die vorbestimmte Spannung angenommen haben, die Steuervorrichtung die zweite Schaltvorrichtung und die ersten Schaltvorrichtungen aus. Dies gestattet eine Reduktion des Energieverlusts.

[0171] Gemäß der Erfindung werden eine dritte Schaltvorrichtung und einer dritte Batterieeinheit weiter in der zweiten geschlossenen Schaltung, die aus der zweiten Batterieeinheit, der Primärwindung und der zweiten Schaltvorrichtung gebildet wird, vorgesehen,



wobei eine geschlossene Schaltung durch die zweite Batterieeinheit, die dritte Schaltvorrichtung und die dritte Batterieeinheit gebildet wird;

wobei eine geschlossene Schaltung durch die Primärwindung, die zweite Schaltvorrichtung und die dritte Batterieeinheit gebildet wird, und

wenn der Transport einer vorbestimmten Menge von Energie zwischen der zweiten Batterieeinheit und jeder der ersten Batterieeinheiten beendet ist, die Steuervorrichtung die dritte Schaltvorrichtung ausschaltet und bewirkt, daß die zweite Schaltvorrichtung und die ersten Schaltvorrichtungen weiter angeschaltet sind, um somit einen Ausgleich der Spannungen der ersten Batterieeinheiten fortzusetzen.

[0172] Wenn nahezu die gesamte zu transportierende Energie transportiert wurde, so wird ein Ausgleich effizient in dem Fall ausgeführt, daß nur eine kleine Menge zwischen der Primärwindung und den Sekundärwindungen transportiert wird. Somit wird der Energieverlust reduziert, wenn die dritte Schaltvorrichtung ausgeschaltet wird, und wenn die dritte Batterieeinheit, die eine Energiekapazität aufweist, die kleiner als die der zweiten Batterieeinheit ist, für den Ausgleich verwendet wird.

[0173] Gemäß der Erfindung umfaßt eine Spannungsausgleichsvorrichtung für Batterieeinheiten folgendes:

einen Kern;

eine Vielzahl von ersten geschlossenen Schaltungen, wobei jede aus einer Einheit einer Vielzahl von ersten Batterieeinheiten, die in Serie miteinander verbunden sind, einer Windung aus einer Vielzahl von Sekundärwindungen, die magnetisch miteinander durch den Kern verbunden sind, und einer Vorrichtung aus einer Vielzahl von ersten Schaltvorrichtungen gebildet wird;

eine Vielzahl von zweiten geschlossenen Schaltungen, die jeweils aus einer Einheit einer Vielzahl zweiter Batterieeinheiten, die in Serie miteinander verbunden sind, einer Windung aus der Vielzahl der Primärwindungen, die magnetisch mit den Sekundärwindungen durch den Kern verbunden ist, und einer Vorrichtung aus einer Vielzahl von zweiten Schaltvorrichtungen gebildet wird; und

eine Steuervorrichtung für das Ausgeben eines Steuersignals, um zu bewirken, daß die zweiten Schaltvorrichtungen und die ersten Schaltvorrichtungen wechselnd angeschaltet und ausgeschaltet werden, um somit den Energietransport zwischen jeder der zweiten Batterieeinheiten und jeder der ersten Batterieeinheiten zu bewirken, und somit die Spannungen der zweiten Batterieeinheiten und/oder der ersten Batterieeinheiten auszugleichen;

wobei die Steuervorrichtung das Verhältnis der Zeitdauer des eingeschalteten Zustands zwischen der Zeitdauer des eingeschalteten Zustands der zweiten Schaltvorrichtungen und der Zeitdauer des eingeschalteten Zustands der ersten Schaltvorrichtungen so festlegt, daß die Spannungen der zweiten Batterieeinheiten oder der ersten Batterieeinheiten eine vorbestimmte Spannung annehmen.

[0174] Dies gestattet den Energietransport in zwei Richtungen und den Spannungsausgleich zwischen jeder der zweiten Batterieeinheiten und jeder der ersten Batterieeinheiten. Dieses Steuerverfahren gestattet ferner, die Ausbildung einer kleinen Spannungsausgleichsvorrichtung, die ein nur geringes Rauschen aufweist. Weiterhin können, wenn die Zeitdauer des eingeschalteten Zustands eingestellt wird, wie dies oben beschrieben ist, und die Aktivierung der zweiten Schaltvorrichtungen und der ersten Schaltvorrichtungen gesteuert wird, die Spannungen der zweiten Batterieeinheiten und der ersten Batterieeinheiten auf einen vorbestimmten Wert eingestellt werden. Somit wird ein Ausgleich erzielt und es wird eine vorbestimmte Spannung erhalten.

[0175] Gemäß der Erfindung umfaßt eine Spannungsaus-

gleichsvorrichtung für Batterieeinheiten folgendes:

einen Kern;

eine Vielzahl von ersten geschlossenen Schaltungen, wobei jede aus einer Einheit einer Vielzahl von ersten Batterieeinheiten, die in Serie miteinander verbunden sind, einer Windung aus einer Vielzahl von Sekundärwindungen, die magnetisch miteinander durch den Kern verbunden sind, und einer Vorrichtung aus einer Vielzahl von ersten Schaltvorrichtungen gebildet wird;

eine Vielzahl von zweiten geschlossenen Schaltungen, die jeweils aus einer Einheit aus einer Vielzahl von zweiten Batterieeinheiten, einer Windung aus einer Vielzahl von Primärwindungen, die magnetisch mit den Sekundärwindungen durch den Kern verbunden sind, und einer Vorrichtung aus einer Vielzahl von zweiten Schaltvorrichtungen gebildet wird; und

eine Steuervorrichtung für das Ausgeben eines Steuersignals, um zu bewirken, daß die zweiten Schaltvorrichtungen und die ersten Schaltvorrichtungen wechselnd angeschaltet und ausgeschaltet werden, um somit den Energietransport zwischen jeder der zweiten Batterieeinheiten und jeder der ersten Batterieeinheiten zu bewirken, und somit die Spannungen der zweiten Batterieeinheiten und/oder der ersten Batterieeinheiten auszugleichen;

wobei die Steuervorrichtung das Verhältnis der Zeitdauer des eingeschalteten Zustands zwischen der Zeitdauer des eingeschalteten Zustands der zweiten Schaltvorrichtungen und der Zeitdauer des eingeschalteten Zustands der ersten Schaltvorrichtungen so festlegt, daß die Spannungen der zweiten Batterieeinheiten oder der ersten Batterieeinheiten eine vorbestimmte Spannung überschreiten, und wobei bevor die Spannungen der zweiten Batterieeinheiten oder der ersten Batterieeinheiten die vorbestimmte Spannung überschreiten, die Steuervorrichtung das Verhältnis der Zeitdauer des eingeschalteten Zustands so rücksetzt, daß die Spannungen der zweiten Batterieeinheiten oder der ersten Batterieeinheiten eine vorbestimmte Spannung annehmen. [0176] Dies gestattet eine weitere Reduktion der Zeit, die für den Energietransport von jeder zweiten Batterieeinheit zu jeder der ersten Batterieeinheit oder in umgekehrter Richtung notwendig ist.

[0177] Gemäß der Erfindung stellt die Steuervorrichtung die Frequenz, die den Kehrwert der aufsummierten Dauer der Zeitdauer des eingeschalteten Zustands der zweiten Schaltvorrichtungen und der Zeitdauerwerte des eingeschalteten Zustands der ersten Schaltvorrichtungen darstellt, auf eine niedrige Frequenz ein, um somit das Erhöhen der Menge der Energie, die zwischen jeder der zweiten Batterieeinheiten und jeder der ersten Batterieeinheiten in einer Zeiteinheit transportiert wird, zu erhöhen, so daß die Spannungen der zweiten Batterieeinheiten oder der ersten Batterieeinheiten den vorbestimmten Spannungswert in einer kurzen Zeit annehmen. Dadurch werden die Spannungen der zweiten Batterieeinheiten oder der ersten Batterieeinheiten in einer kürzeren Zeit auf die vorbestimmte Spannung ausgeglichen.

[0178] Gemäß der Erfindung stellt, wenn der Transport einer vorbestimmten Menge von Energie zwischen jeder der zweiten Batterieeinheiten und jeder der ersten Batterieeinheiten beendet ist, und wenn die Spannungen der zweiten Batterieeinheiten oder der ersten Batterieeinheiten ungefähr die vorbestimmte Spannung angenommen haben, die Steuervorrichtung die Frequenz, die den Kehrwert der aufsummierten Werte der Zeitdauerwerte des eingeschalteten Zustands der zweiten Schaltvorrichtungen und der Zeitdauerwerte des eingeschalteten Zustands der ersten Schaltvorrichtungen darstellt, auf eine hohe Frequenz ein. Dies gestattet die Reduktion der Zirkulationsenergie, nachdem der Aus-



gleich vollendet ist, und somit wird der Energieverlust reduziert.

[0179] Gemäß der Erfindung schaltet, wenn der Transport einer vorbestimmten Menge von Energie zwischen jeder der zweiten Batterieeinheiten und jeder der ersten Batterieeinheiten beendet ist, und wenn die Spannungen der zweiten Batterieeinheiten oder der ersten Batterieeinheiten ungefähr die vorbestimmte Spannung annehmen, die Steuervorrichtung die zweiten Schaltvorrichtungen und die ersten Schaltvorrichtungen aus. Dadurch werden die zweiten Schaltvorrichtungen und die ersten Schaltvorrichtungen gleichzeitig ausgeschaltet, womit der Energieverlust reduziert wird.

#### Patentansprüche

1. Spannungsausgleichsvorrichtungen für Batterieeinheiten, umfassend:
  - einen Kern;
  - eine Vielzahl von ersten Batterieeinheiten, die in Serie miteinander verbunden sind;
  - eine Vielzahl von Sekundärwindungen, die magnetisch miteinander durch den Kern verbunden sind;
  - eine Vielzahl von ersten Schaltvorrichtungen, wobei jede mit einer der Sekundärwindungen und einer der ersten Batterieeinheiten verbunden ist, um eine erste geschlossene Schaltung zu bilden;
  - eine zweite Batterieeinheit;
  - eine Primärwindung, die magnetisch mit den Sekundärwindungen durch den Kern verbunden ist; und
  - eine zweite Schaltvorrichtung, die in Serie mit der zweiten Batterieeinheit und der Primärwindung verbunden ist, um eine zweite geschlossene Schaltung zu bilden;
  - wobei die ersten Schaltvorrichtungen und die zweiten Schaltvorrichtungen alternativ angeschaltet und ausgeschaltet werden, um die Ausgangsspannungen der ersten Batterieeinheiten auszugleichen;
  - wobei wenn die zweite Schaltvorrichtung angeschaltet wird, Erregungsenergie, die im Kern gespeichert ist, zu den ersten Batterieeinheiten durch die ersten Schaltvorrichtungen transportiert wird; und
  - die ersten Schaltvorrichtungen weiterhin angeschaltet bleiben, nachdem der Transport der Erregungsenergie beendet ist.
2. Spannungsausgleichsvorrichtungen für Batterieeinheiten, umfassend:
  - einen Kern;
  - eine Vielzahl von ersten Batterieeinheiten, die in Serie miteinander verbunden sind;
  - eine Vielzahl von Sekundärwindungen, die magnetisch miteinander durch den Kern verbunden sind;
  - eine Vielzahl von ersten Schaltvorrichtungen, wobei jede mit einer der Sekundärwindungen und einer der ersten Batterieeinheiten verbunden ist, um eine erste geschlossene Schaltung zu bilden;
  - eine zweite Batterieeinheit;
  - eine Primärwindung, die magnetisch mit den Sekundärwindungen durch den Kern verbunden ist; und
  - eine zweite Schaltvorrichtung, die in Serie mit der zweiten Batterieeinheit und der Primärwindung verbunden ist, um eine zweite geschlossene Schaltung zu bilden;
  - wobei die ersten Schaltvorrichtungen und die zweiten Schaltvorrichtungen alternativ angeschaltet und ausgeschaltet werden, um die Ausgangsspannungen der ersten Batterieeinheiten auszugleichen;
  - wobei wenn die ersten Schaltvorrichtungen angeschaltet werden, Erregungsenergie, die im Kern gespeichert

ist, zur zweiten Batterieeinheit durch die zweite Schaltvorrichtung transportiert wird; und die zweite Schaltvorrichtung weiterhin angeschaltet bleibt, nachdem der Transport der Erregungsenergie beendet ist.

3. Spannungsausgleichsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, weiter umfassend:

einen Detektor für die Detektion einer Variation in den Ausgangsspannungen der ersten Batterieeinheiten, wobei, wenn die Variation groß ist, die Dauer des angeschalteten Zustands der zweiten Schaltvorrichtung und/oder der ersten Schaltvorrichtungen ausgedehnt wird.

4. Spannungsausgleichsvorrichtung nach Anspruch 3, wobei wenn die Variation in den Ausgangsspannungen der ersten Batterieeinheiten klein ist, der An-/Aus-Betrieb der ersten Schaltvorrichtungen und der zweiten Schaltvorrichtung gestoppt wird, und/oder die Dauer des angeschalteten Zustands der ersten Schaltvorrichtungen und der zweiten Schaltvorrichtung extrem verkürzt wird.

5. Spannungsausgleichsvorrichtung nach Anspruch 3, wobei wenn die Variation in den Ausgangsspannungen der ersten Batterieeinheiten kleiner als ein vorbestimmter Wert ist, die Dauer des angeschalteten Zustands der ersten Schaltvorrichtungen und/oder der zweiten Schaltvorrichtung verkürzt wird, um den Leistungsverbrauch beim Ausgleich zu reduzieren.

6. Spannungsausgleichsvorrichtung nach Anspruch 3, wobei wenn ein Strom größer als oder gleich einem vorbestimmten Wert durch die ersten Batterieeinheiten fließt, der An-/Aus-Betrieb der ersten Schaltvorrichtungen und der zweiten Schaltvorrichtung gestoppt wird, und/oder die Dauer des angeschalteten Zustands der ersten Schaltvorrichtungen und der zweiten Schaltvorrichtung extrem verkürzt wird.

7. Spannungsausgleichsvorrichtung nach Anspruch 3, wobei wenn eine externe Leistungsversorgung die ersten Batterieeinheiten lädt, oder die ersten Batterieeinheiten sich in eine externe Last entladen, der An-/Aus-Betrieb der ersten Schaltvorrichtungen und der zweiten Schaltvorrichtung gestoppt wird, und/oder die Dauer des angeschalteten Zustands der ersten Schaltvorrichtungen und der zweiten Schaltvorrichtung extrem verkürzt wird.

8. Spannungsausgleichsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei wenn die ersten Schaltvorrichtungen und die zweite Schaltvorrichtung wechselnd angeschaltet und ausgeschaltet werden, es eine Pause in einem Intervall vom Ausschalten der ersten Schaltvorrichtungen zum Einschalten der zweiten Schaltvorrichtung und in einem Intervall vom Ausschalten der zweiten Schaltvorrichtung zum Einschalten der ersten Schaltvorrichtungen gibt.

9. Vorrichtung für das Ausgleichen von Schaltkreisspannungen, umfassend:

(a) eine Vielzahl von ersten Schaltkreisen, wobei jeder Schaltkreis folgendes umfaßt:

- einen Kern;
- eine Vielzahl von ersten Batterieeinheiten, die in Serie miteinander verbunden sind;
- eine Vielzahl von Sekundärwindungen, die magnetisch miteinander durch den Kern verbunden sind; und
- eine Vielzahl von ersten Schaltvorrichtungen, wobei jede mit einer der Sekundärwindungen und einer der ersten Batterieeinheiten verbunden ist, um eine erste geschlossene Schaltung zu bilden;

- (b) eine Vielzahl von Schaltkreisgleichwindungen, die jeweils magnetisch mit den Sekundärwindungen durch die Kerne verbunden sind, wobei die Schaltkreisgleichwindungen parallel miteinander verbunden sind; und
- (c) einen zweiten Schaltkreis, umfassend:  
eine zweite Batterieeinheit;  
eine Erregungswindung, die magnetisch mit den Sekundärwindungen und den Schaltkreisgleichwindungen verbunden ist; und  
eine zweite Schaltvorrichtung, die in Serie mit der zweiten Batterieeinheit und der Erregungswindung verbunden ist, um eine zweite geschlossene Schaltung zu bilden;  
wobei wenn die zweite Schaltvorrichtung angeschaltet wird, Erregungsenergie, die in den Kernen gespeichert ist, zu den ersten Batterieeinheiten durch die ersten Schaltvorrichtungen transportiert wird; und  
die ersten Schaltvorrichtungen weiter angeschaltet bleiben, nachdem der Transport der Erregungsenergie beendet wurde.
10. Vorrichtung für das Ausgleichen von Schaltkreis-  
spannungen, umfassend:  
(a) eine Vielzahl von ersten Schaltkreisen, wobei  
jeder Schaltkreis folgendes umfaßt:  
einen Kern;  
eine Vielzahl von ersten Batterieeinheiten, die in  
Serie miteinander verbunden sind;  
eine Vielzahl von Sekundärwindungen, die ma-  
gnetisch miteinander durch den Kern verbunden  
sind; und  
eine Vielzahl von ersten Schaltvorrichtungen, wo-  
bei jede mit einer der Sekundärwindungen und ei-  
ner der ersten Batterieeinheiten verbunden ist, um  
eine erste geschlossene Schaltung zu bilden;  
(b) eine Vielzahl von Schaltkreisgleichwindungen, die jeweils magnetisch mit den Sekundärwindungen durch die Kerne verbunden sind, wobei die Schaltkreisgleichwindungen parallel miteinander verbunden sind; und  
(c) einen zweiten Schaltkreis, umfassend:  
eine zweite Batterieeinheit;  
eine Erregungswindung, die magnetisch mit den Sekundärwindungen und den Schaltkreisgleichwindungen verbunden ist; und  
eine zweite Schaltvorrichtung, die in Serie mit der zweiten Batterieeinheit und der Erregungswindung verbunden ist, um eine zweite geschlossene Schaltung zu bilden;  
wobei wenn die ersten Schaltvorrichtungen angeschaltet werden, Erregungsenergie, die in den Kernen gespeichert ist, zur zweiten Batterieeinheit durch die zweite Schaltvorrichtung transportiert wird; und  
die zweite Schaltvorrichtung weiter angeschaltet bleibt, nachdem der Transport der Erregungsenergie beendet wurde.
11. Vorrichtung für das Ausgleichen von Schaltkreis-  
spannungen nach Anspruch 9 oder 10, wobei die Er-  
regungswindung eine der Schaltkreisgleichwindungen ist.
12. Spannungsausgleichsvorrichtungen für Batterie-  
einheiten, umfassend:  
einen Kern;  
eine Vielzahl von ersten Batterieeinheiten, die in Serie  
miteinander verbunden sind;  
eine Vielzahl von Sekundärwindungen, die magnetisch

- miteinander durch den Kern verbunden sind;  
eine Vielzahl von ersten Schaltvorrichtungen, wobei  
jede mit einer der Sekundärwindungen und einer der  
ersten Batterieeinheiten verbunden ist, um eine erste  
geschlossene Schaltung zu bilden;  
eine zweite Batterieeinheit;  
eine Primärwindung, die magnetisch mit den Sekundärwindungen durch den Kern verbunden ist; und  
eine zweite Schaltvorrichtung, die in Serie mit der zweiten Batterieeinheit und der Primärwindung verbunden ist, um eine zweite geschlossene Schaltung zu bilden;  
und eine Steuervorrichtung für das Ausgeben eines Steuersignals für das Steuern der zweiten Schaltvorrichtung und der ersten Schaltvorrichtungen, so daß diese wechselnd angeschaltet und ausgeschaltet werden, um somit einen Energietransport zwischen der zweiten Batterieeinheit und jeder der ersten Batterieeinheiten zu bewirken, um die Spannungen der ersten Batterieeinheiten auszugleichen;  
wobei die Steuervorrichtung das Verhältnis der Zeitdauerwerte des angeschalteten Zustands zwischen der Dauer des angeschalteten Zustands der zweiten Schaltvorrichtung und der Dauer des angeschalteten Zustands der ersten Schaltvorrichtungen so einstellt, daß die Spannungen der ersten Batterieeinheiten einen vorbestimmten Spannungswert annehmen.
13. Spannungsausgleichsvorrichtungen für Batterie-  
einheiten, umfassend:  
einen Kern;  
eine Vielzahl von ersten Batterieeinheiten, die in Serie  
miteinander verbunden sind;  
eine Vielzahl von Sekundärwindungen, die magnetisch  
miteinander durch den Kern verbunden sind;  
eine Vielzahl von ersten Schaltvorrichtungen, wobei  
jede mit einer der Sekundärwindungen und einer der  
ersten Batterieeinheiten verbunden ist, um eine erste  
geschlossene Schaltung zu bilden;  
eine zweite Batterieeinheit;  
eine Primärwindung, die magnetisch mit den Sekundärwindungen durch den Kern verbunden ist; und  
eine zweite Schaltvorrichtung, die in Serie mit der zweiten Batterieeinheit und der Primärwindung verbunden ist, um eine zweite geschlossene Schaltung zu bilden; und  
eine Steuervorrichtung für das Ausgeben eines Steuersignals für das Steuern der zweiten Schaltvorrichtung und der ersten Schaltvorrichtungen, so daß diese wechselnd angeschaltet und ausgeschaltet werden, um somit einen Energietransport zwischen der zweiten Batterieeinheit und jeder der ersten Batterieeinheiten zu bewirken, um die Spannungen der ersten Batterieeinheiten auszugleichen;  
wobei die Steuervorrichtung das Verhältnis der Zeitdauerwerte des angeschalteten Zustands zwischen der Dauer des angeschalteten Zustands der zweiten Schaltvorrichtung und der Dauer des angeschalteten Zustands der ersten Schaltvorrichtungen so einstellt, daß die Spannungen der ersten Batterieeinheiten einen vorbestimmten Spannungswert überschreiten; und  
wobei die Steuervorrichtung das Verhältnis der Zeitdauerwerte des angeschalteten Zustands so rücksetzt, daß die Spannungen der ersten Batterieeinheiten die vorbestimmte Spannung annehmen, bevor die Spannungen der ersten Batterieeinheiten die vorbestimmte Spannung übersteigen.
14. Spannungsausgleichsvorrichtung für Batterie-  
einheiten nach Anspruch 12 oder 13, wobei eine Frequenz

durch den Kehrwert der Summe der Zeitdauerwerte des angeschalteten Zustands der zweiten Schaltvorrichtung und des angeschalteten Zustands der ersten Schaltvorrichtungen definiert wird; und die Steuervorrichtung die Frequenz auf einen Wert einstellt, der niedriger als der normale Wert ist, um die Menge der Energie, die zwischen der zweiten Batterieeinheit und jeder der ersten Batterieeinheiten in einer Zeiteinheit transportiert wird, zu erhöhen, so daß die Spannungen der ersten Batterieeinheiten die vorbestimmte Spannung in einer kurzen Zeit annehmen.

15. Spannungsausgleichsvorrichtung nach Anspruch 14, wobei die Steuervorrichtung die Frequenz auf einen Wert einstellt, der höher als der normale Wert ist, wenn der Transport einer vorbestimmten Menge der Energie zwischen der zweiten Batterieeinheit und jeder der ersten Batterieeinheiten beendet ist, und wenn die Spannungen der ersten Batterieeinheiten ungefähr den vorbestimmten Spannungswert angenommen haben.

16. Spannungsausgleichsvorrichtung nach Anspruch 14, wobei die Steuervorrichtung die zweite Schaltvorrichtung und die ersten Schaltvorrichtungen ausschaltet, wenn der Transport einer vorbestimmten Menge der Energie zwischen der zweiten Batterieeinheit und jeder der ersten Batterieeinheiten beendet ist, und wenn die Spannungen der ersten Batterieeinheiten ungefähr den vorbestimmten Spannungswert angenommen haben.

17. Spannungsausgleichsvorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, wobei die zweite geschlossene Schaltung weiter folgendes umfaßt:

eine dritte Schaltvorrichtung; und

eine dritte Batterieeinheit,

wobei eine geschlossene Schaltung durch die zweite Batterieeinheit, die dritte Schaltvorrichtung und die dritte Batterieeinheit gebildet wird;

wobei eine geschlossene Schaltung durch die Primärwindung, die zweite Schaltvorrichtung und die dritte Batterieeinheit gebildet wird; und

wobei nach der Beendigung des Transports einer vorbestimmten Menge von Energie zwischen der zweiten Batterieeinheit und jeder der ersten Batterieeinheiten die Steuervorrichtung die dritte Schaltvorrichtung ausschaltet und den Betrieb der zweiten Schaltvorrichtung und der ersten Schaltvorrichtungen fortsetzt, um somit den Ausgleich der Spannungen der ersten Batterieeinheiten fortzusetzen.

18. Spannungsausgleichsvorrichtungen für Batterieeinheiten, umfassend:

einen Kern;

eine Vielzahl von ersten Batterieeinheiten, die in Serie miteinander verbunden sind;

eine Vielzahl von Sekundärwindungen, die magnetisch miteinander durch den Kern verbunden sind;

eine Vielzahl von ersten Schaltvorrichtungen, wobei jede mit einer der Sekundärwindungen und einer der ersten Batterieeinheiten verbunden ist, um eine erste geschlossene Schaltung zu bilden;

eine Vielzahl von zweiten Batterieeinheiten, die in Serie miteinander verbunden sind;

eine Vielzahl von Primärwindungen, die magnetisch miteinander durch den Kern verbunden sind, wobei die Primärwindungen auch magnetisch mit den Sekundärwindungen durch den Kern verbunden sind;

eine Vielzahl von zweiten Schaltvorrichtungen, die jeweils in Serie mit einer der zweiten Batterieeinheiten und einer der Primärwindungen verbunden sind, um eine zweite geschlossene Schaltung zu bilden;

und eine Steuervorrichtung für das Ausgeben eines Steuersignals für das Steuern der zweiten Schaltvorrichtungen und der ersten Schaltvorrichtungen, so daß diese wechselnd angeschaltet und ausgeschaltet werden, um somit einen Energietransport zwischen jeder der zweiten Batterieeinheiten und jeder der ersten Batterieeinheiten zu bewirken, um die Spannungen der zweiten Batterieeinheiten und/oder der ersten Batterieeinheiten auszugleichen;

wobei die Steuervorrichtung das Verhältnis der Zeitdauerwerte des angeschalteten Zustands zwischen der Dauer des angeschalteten Zustands der zweiten Schaltvorrichtungen und der Dauer des angeschalteten Zustands der ersten Schaltvorrichtungen so einstellt, daß die Spannungen der zweiten Batterieeinheiten oder der ersten Batterieeinheiten einen vorbestimmten Spannungswert annehmen.

19. Spannungsausgleichsvorrichtungen für Batterieeinheiten, umfassend:

einen Kern;

eine Vielzahl von ersten Batterieeinheiten, die in Serie miteinander verbunden sind;

eine Vielzahl von Sekundärwindungen, die magnetisch miteinander durch den Kern verbunden sind;

eine Vielzahl von ersten Schaltvorrichtungen, wobei jede mit einer der Sekundärwindungen und einer der ersten Batterieeinheiten verbunden ist, um eine erste geschlossene Schaltung zu bilden;

eine Vielzahl von zweiten Batterieeinheiten, die miteinander in Serie verbunden sind;

eine Vielzahl von Primärwindungen, die magnetisch miteinander durch den Kern verbunden sind, wobei die Primärwindungen auch magnetisch mit den Sekundärwindungen durch den Kern verbunden sind; und

eine Vielzahl von zweiten Schaltvorrichtungen, die jeweils in Serie mit einer der zweiten Batterieeinheiten und einer der Primärwindungen verbunden sind, um eine zweite geschlossene Schaltung zu bilden; und

eine Steuervorrichtung für das Ausgeben eines Steuersignals für das Steuern der zweiten Schaltvorrichtungen und der ersten Schaltvorrichtungen, so daß diese wechselnd angeschaltet und ausgeschaltet werden, um somit einen Energietransport zwischen jeder der zweiten Batterieeinheiten und jeder der ersten Batterieeinheiten zu bewirken, um die Spannungen der zweiten Batterieeinheiten und/oder der ersten Batterieeinheiten auszugleichen;

wobei die Steuervorrichtung das Verhältnis der Zeitdauerwerte des angeschalteten Zustands zwischen der Dauer des angeschalteten Zustands der zweiten Schaltvorrichtungen und der Dauer des angeschalteten Zustands der ersten Schaltvorrichtungen so einstellt, daß die Spannungen der zweiten Batterieeinheiten oder der ersten Batterieeinheiten einen vorbestimmten Spannungswert überschreiten; und

wobei die Steuervorrichtung das Verhältnis der Zeitdauerwerte des angeschalteten Zustands so rücksetzt, daß die Spannungen der zweiten Batterieeinheiten oder der ersten Batterieeinheiten die vorbestimmte Spannung annehmen, bevor die Spannungen der zweiten Batterieeinheiten oder der ersten Batterieeinheiten die vorbestimmte Spannung übersteigen.

20. Spannungsausgleichsvorrichtung für Batterieeinheiten nach Anspruch 18 oder 19, wobei eine Frequenz durch den Kehrwert der Summe der Zeitdauerwerte des angeschalteten Zustands der zweiten Schaltvorrichtungen und des angeschalteten Zustands der ersten Schaltvorrichtungen definiert wird; und die Steuervorrich-

tung die Frequenz auf einen niedrigen Wert einstellt, um die Menge der Energie, die zwischen jeder der zweiten Batterieeinheiten und jeder der ersten Batterieeinheiten in einer Zeiteinheit transportiert wird, zu erhöhen, so daß die Spannungen der zweiten Batterieeinheiten oder der ersten Batterieeinheiten die vorbestimmte Spannung in einer kurzen Zeit annehmen.

21. Spannungsausgleichsvorrichtung nach Anspruch 20, wobei die Steuervorrichtung die Frequenz auf einen hohen Wert einstellt, wenn der Transport einer vorbestimmten Menge der Energie zwischen jeder der zweiten Batterieeinheiten und jeder der ersten Batterieeinheiten beendet ist, und wenn die Spannungen der zweiten Batterieeinheiten oder der ersten Batterieeinheiten ungefähr den vorbestimmten Spannungswert angenommen haben.

22. Spannungsausgleichsvorrichtung nach Anspruch 20, wobei die Steuervorrichtung die zweiten Schaltvorrichtungen und die ersten Schaltvorrichtungen ausschaltet, wenn der Transport einer vorbestimmten Menge der Energie zwischen jeder der zweiten Batterieeinheiten und jeder der ersten Batterieeinheiten beendet ist, und wenn die Spannungen der zweiten Batterieeinheiten oder der ersten Batterieeinheiten ungefähr den vorbestimmten Spannungswert angenommen haben.

---

Hierzu 12 Seite(n) Zeichnungen

---

30

35

40

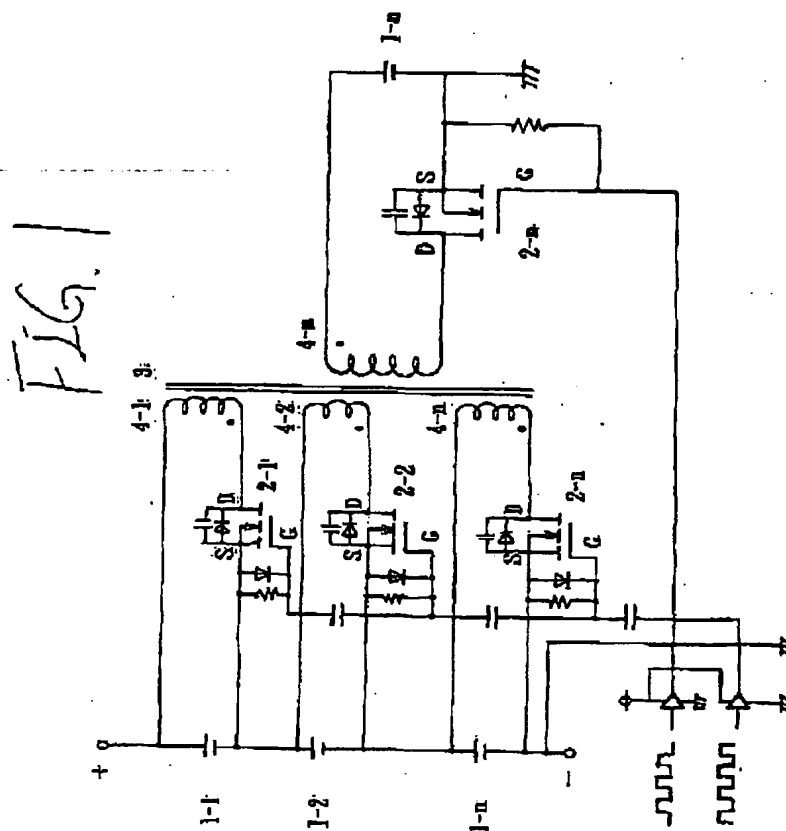
45

50

55

60

65



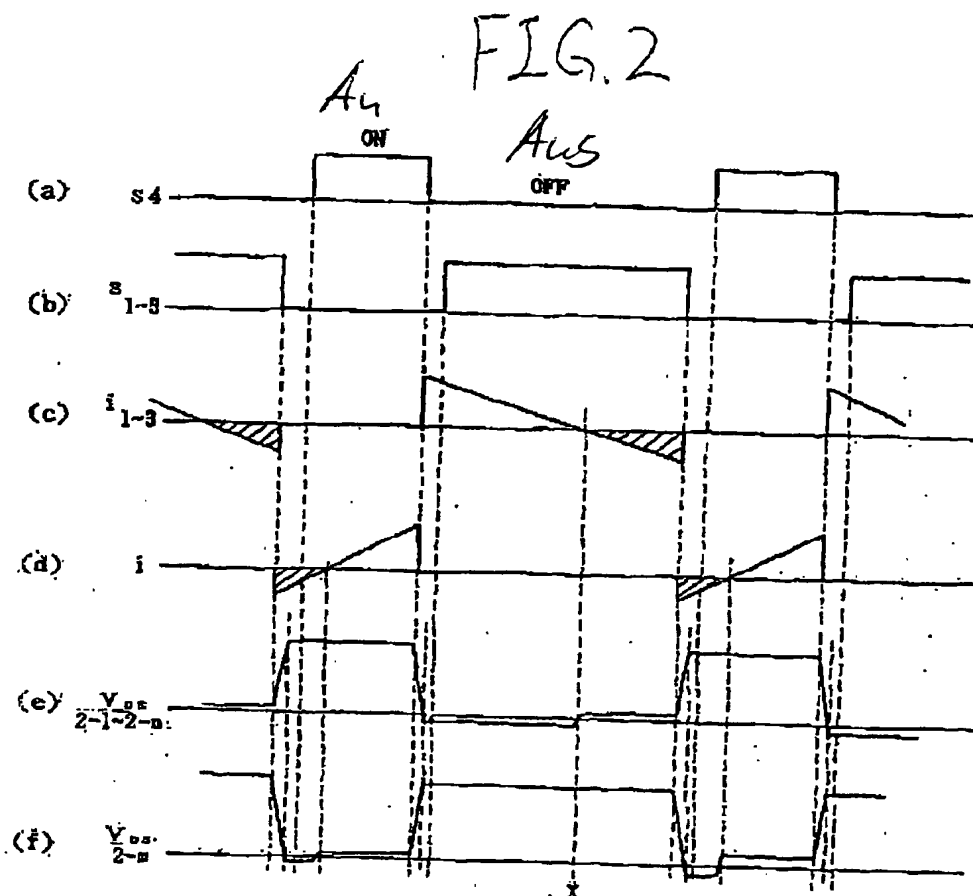


Fig. 3

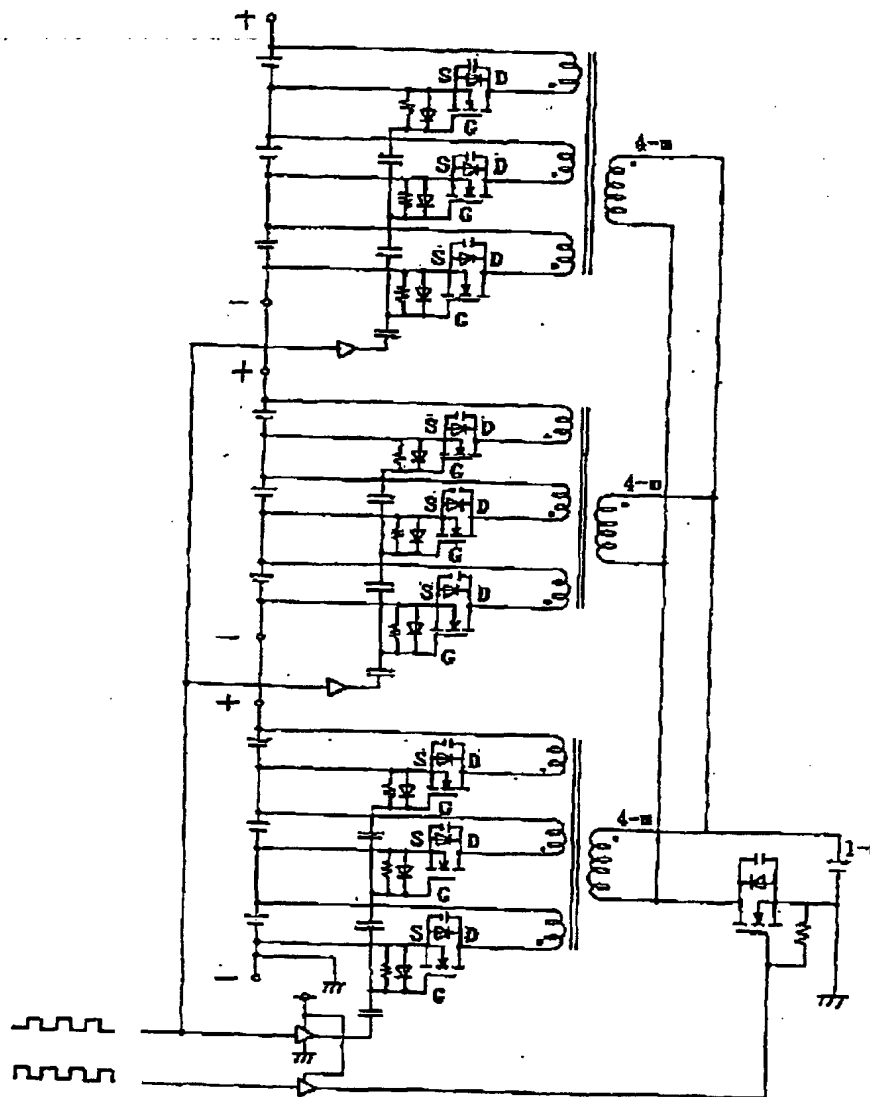


Fig. 4

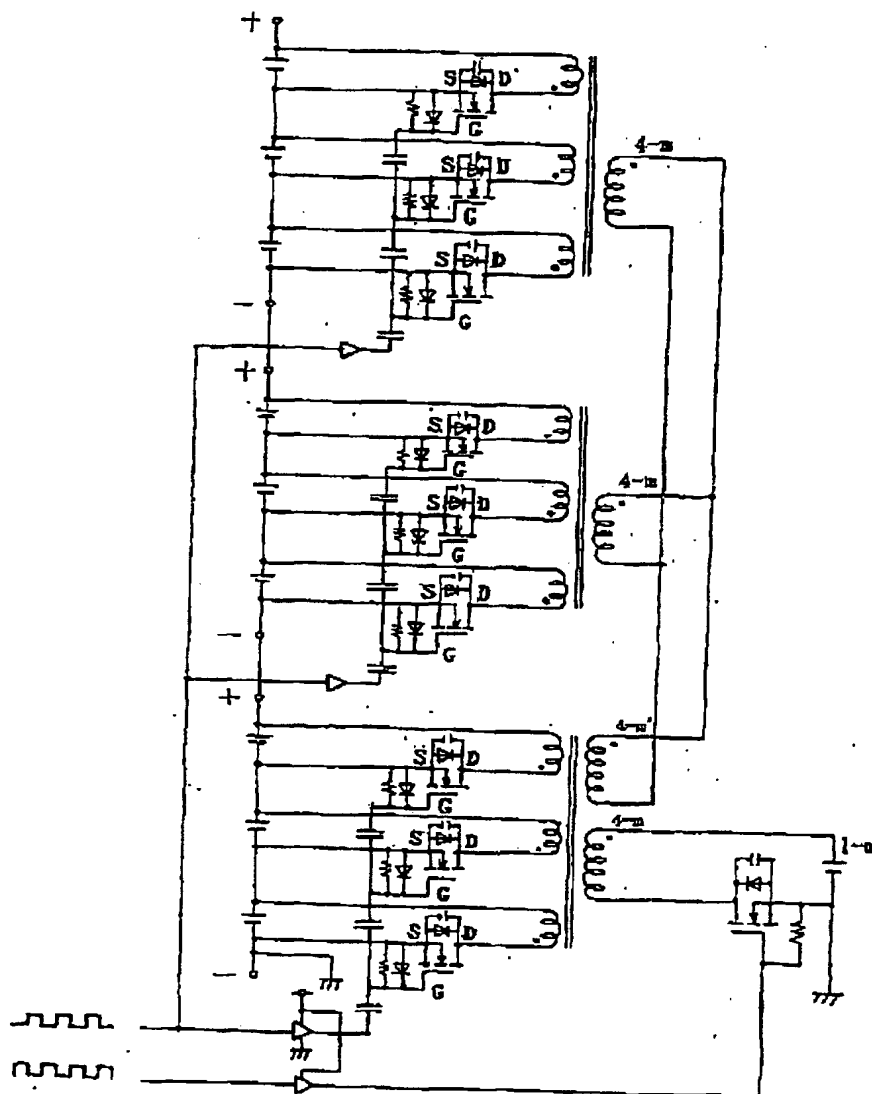
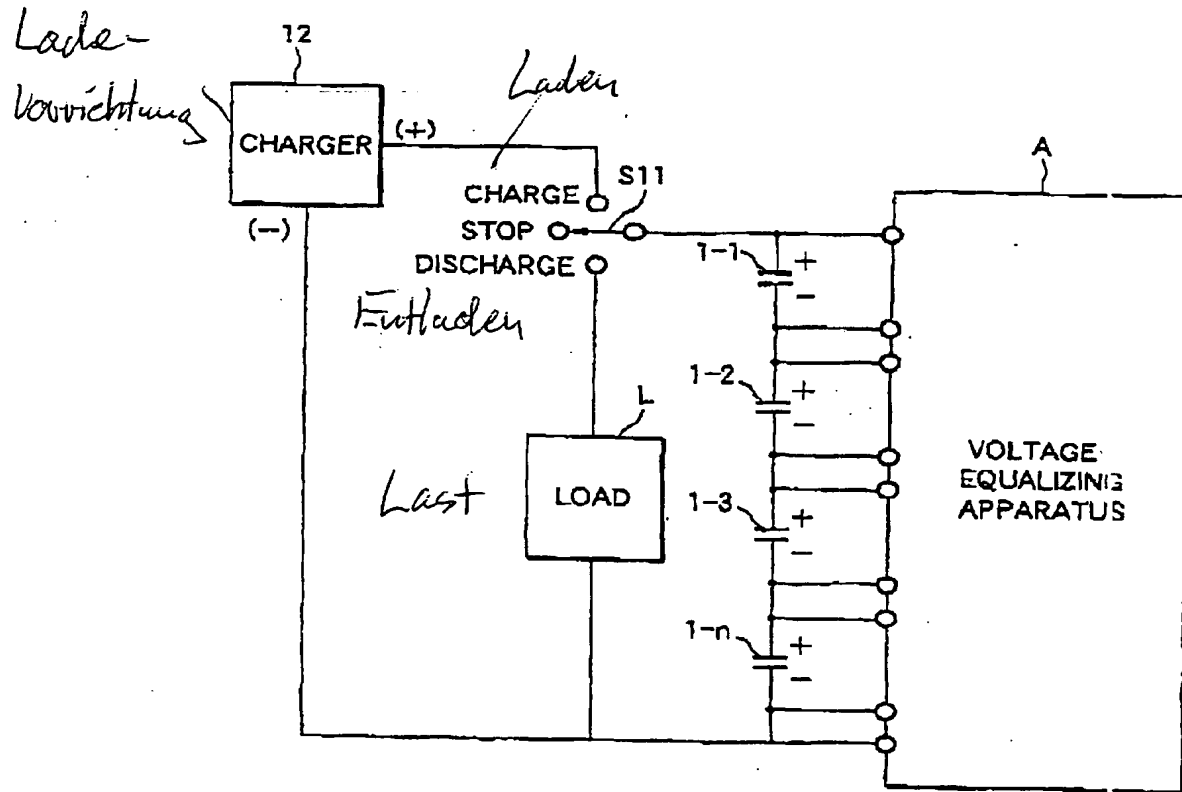


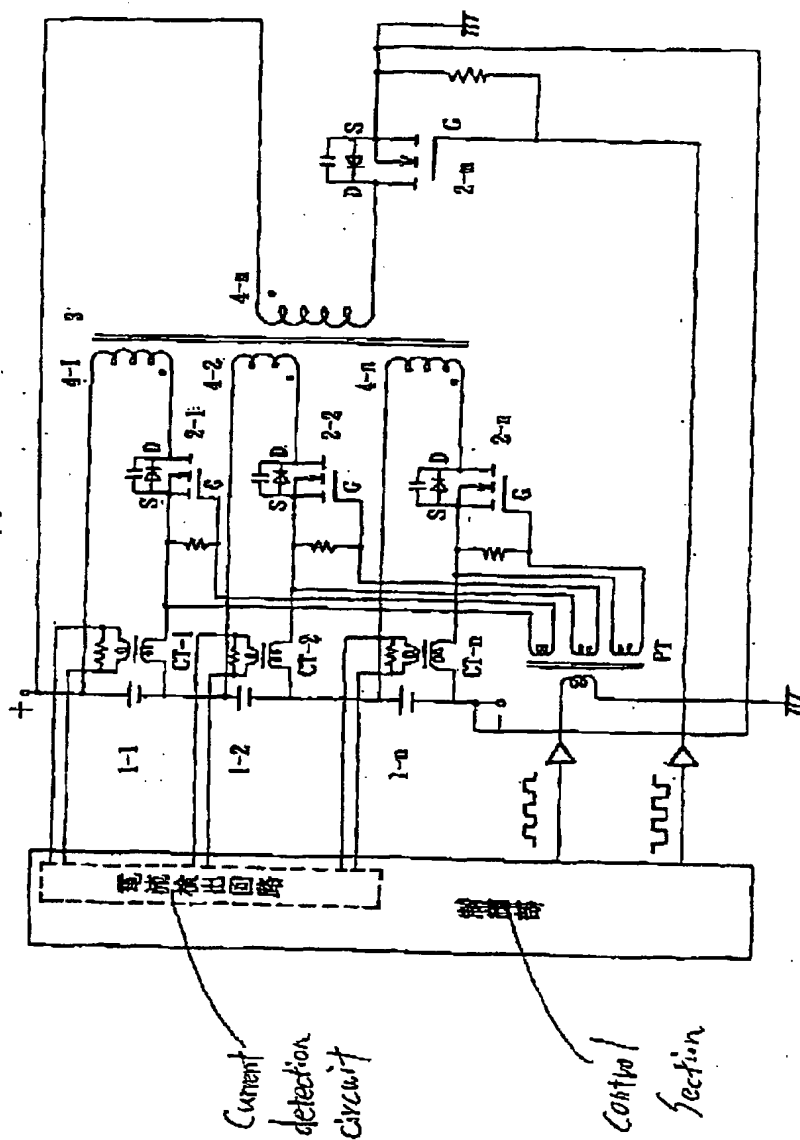


FIG.5



Spannungsausgleichs-  
Vorrichtung

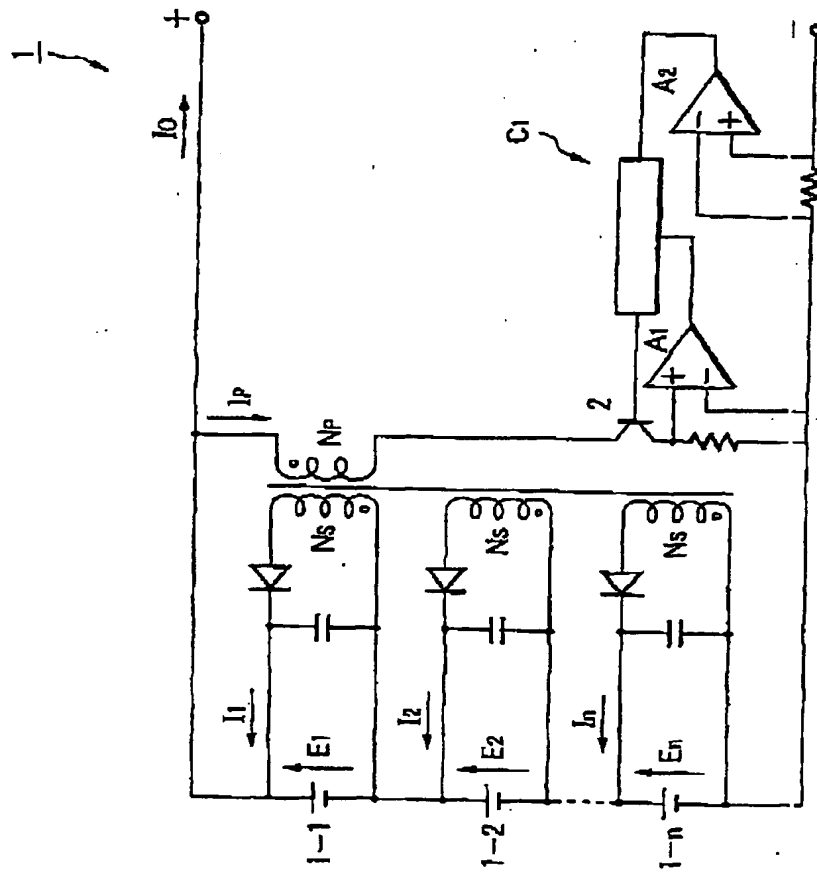
Fig. 6



Stromdetektions-  
Schaltung

Steuerabschnitt

FIG.7



**FIG.8**

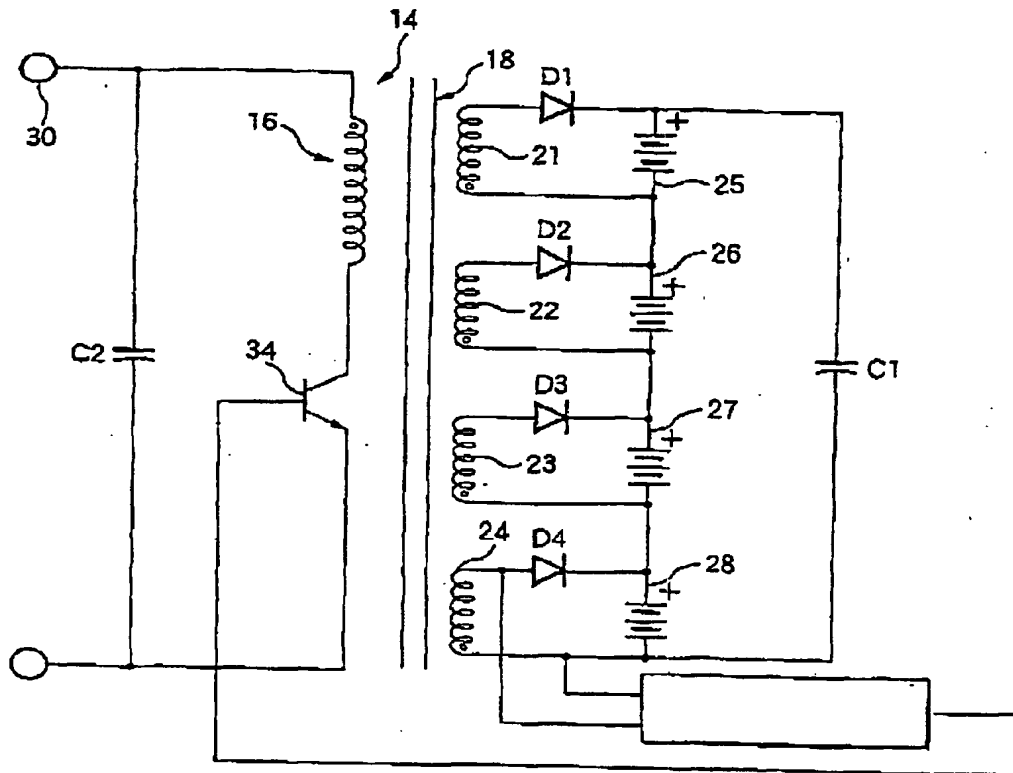
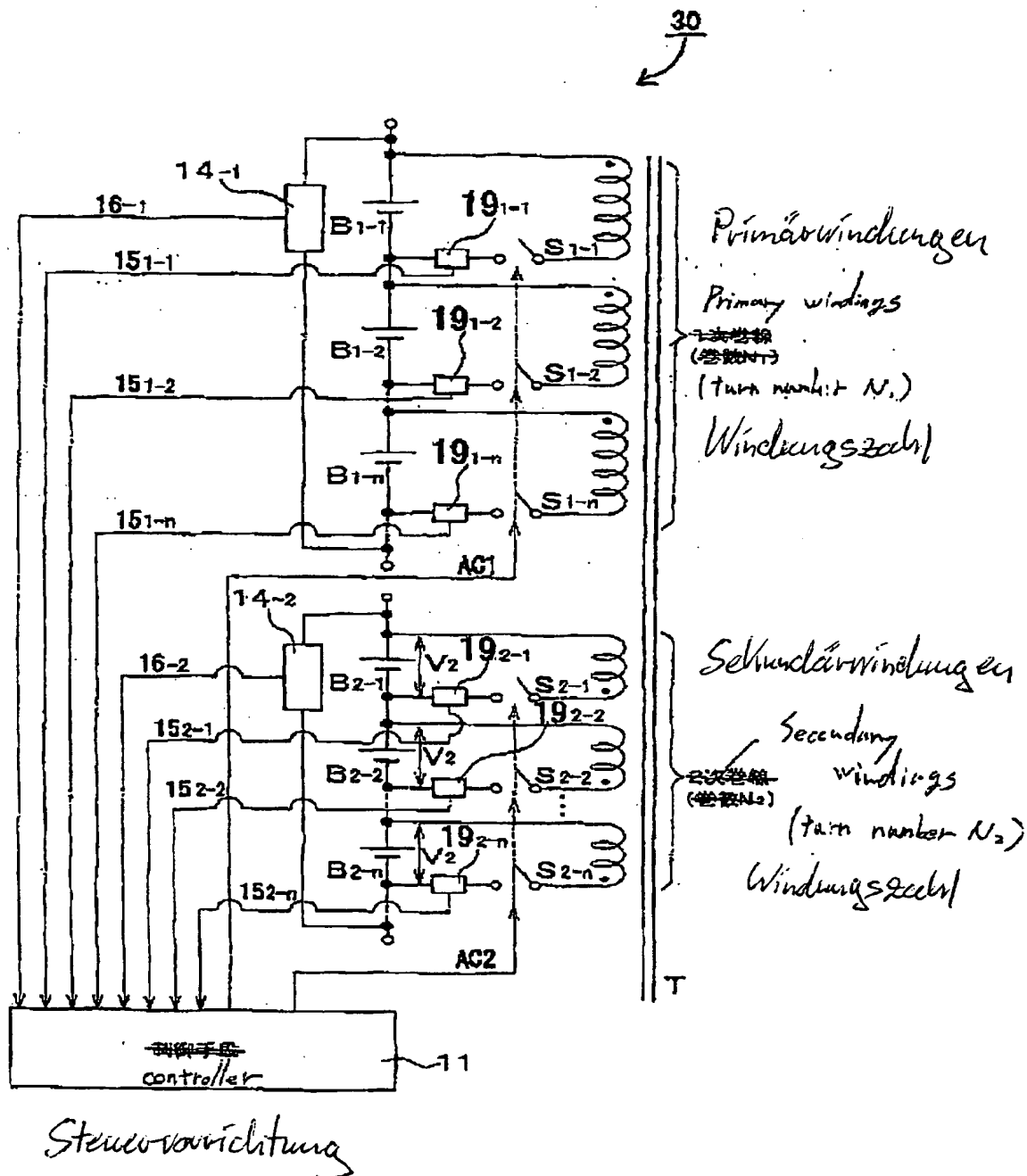




FIG. 12



Docket # 2003 P12595

Applic. # 10/587,921

Applicant: Bolz et al.

102 210/1032

Lerner Greenberg Sterner LLP

Post Office Box 2480

Hollywood, FL 33022-2480

Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101